دائـــرةُ مَعَـــارِفِ القَرْنِ الحَادِي وَالعِشْرِينِ

لِلعُلُومِ والتّكْنُولوجْيَا المُتَطَوِّرَةِ والطّبيعةِ



الْجُغْرَافْيَا

8

دائرة معارف القرن الحادي والعشرين
للعلوم والتكنولوجيا المتطورة والطبيعة



٨ الجغرافيا 8



Mngool.com

الناشرون

دار الكتاب المصري
القاهرة



دار الكتاب اللبناني
بيروت

الْمُحْتَوَيَاتُ

1 رَسْمُ خَرَائِطَ لِسَطْحِ الْأَرْضِ

2 قَاطِعَـــاتُ الْحِجَارَةِ الْأَرْضِيَّةِ الْجَبَّـــارَةُ

3 الْمِيَاهُ الْجَوفِيَّةُ وَالْبُحَيْرَاتُ

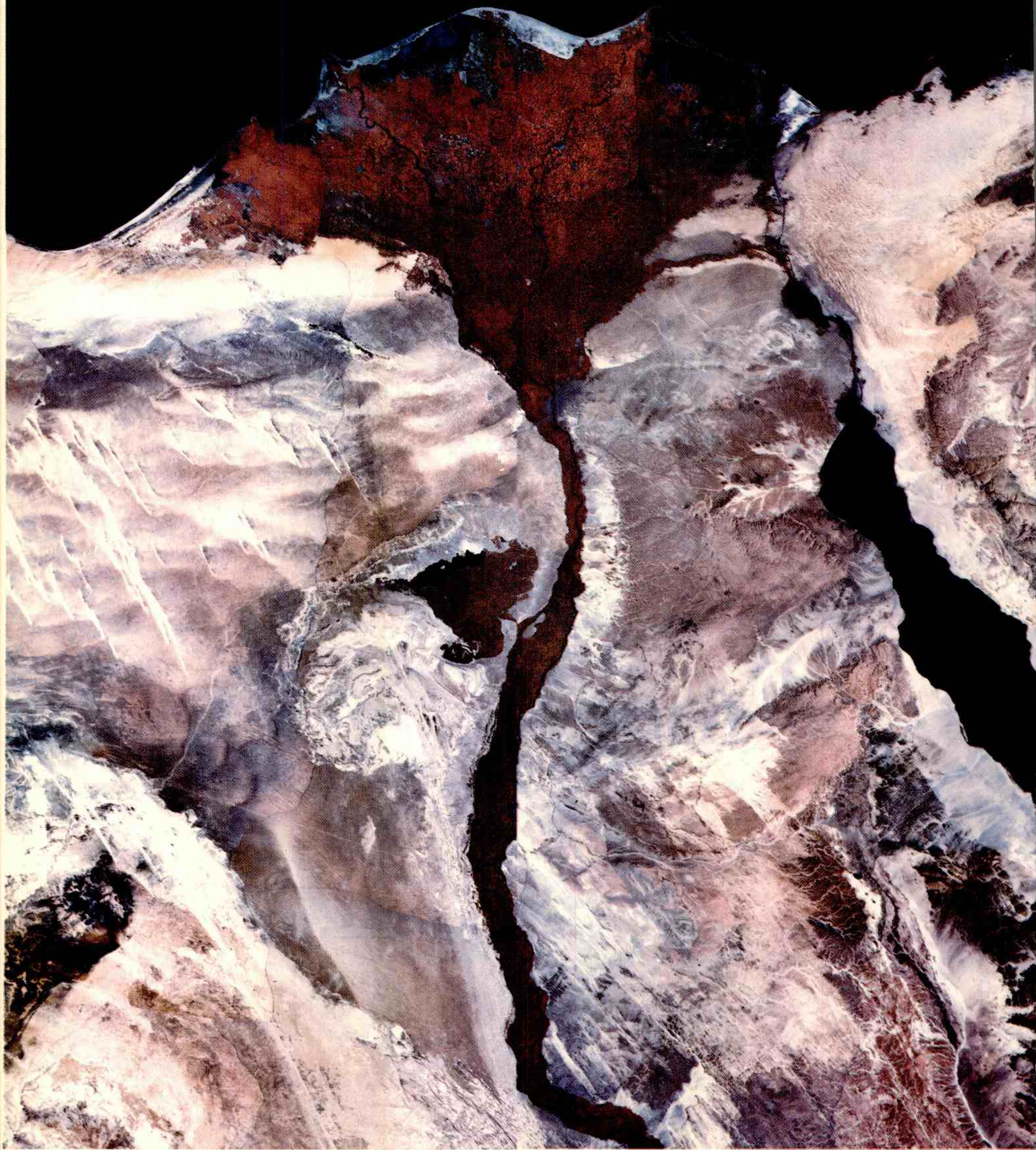
4 عَمَـلُ الْمُحِيطَـاتِ

1 رَسْمُ خَرَائِطَ لِسَطْحِ الْأَرْضِ

حَاوَلَ الْإِنْسَانُ مُنْذُ قَدِيمِ الزَّمَانِ ، أَنْ يُحَدِّدَ مَوْقِعَهُ عَلَى الْأَرْضِ بِرَسْمِ مُخَطَّطَاتٍ لِلْأَرَاضِى وَالْأَنْهَارِ وَالْجِبَالِ وَالْبِحَارِ الَّتِى تُشَكِّلُ سَطْحَ الْأَرْضِ . وَالْخَرَائِطُ الْأُولَى سَاعَدَتْهُ كَمُرْشِدٍ عَمَلِىٍّ فِى حَيَاتِهِ الْيَوْمِيَّةِ . وَفِى حَوَالَى ١٣٠٠ ق . م ، رَسَمَ قُدَمَاءُ الْمِصْرِيِّينَ مُسَوَّدَاتِ خَرَائِطَ لِتَحْدِيدِ مِلْكِيَّةِ الْأَرَاضِى لِأَنَّ الْفَيَضَانَ السَّنَوِىَّ لِلنِّيلِ كَانَ يُزِيلُ عَلَامَاتِ الْحُدُود .

وَتَدْرِيجِيًّا ، اِتَّسَعَ عِلْمُ الْخَرَائِطِ (الكارتوجرافيا) لِيُبَيِّنَ الْأَرَاضِىَ الْجَدِيدَةَ الَّتِى يَتِمُّ اكْتِشَافُهَا . وَفِى الْقَرْنِ السَّادِسِ قَبْلَ الْمِيلَادِ ، وَضَعَ لِلْعَالَمِ الْإِغْرِيقُ وَبَعْضُ رَسَّامِى الْخَرَائِطِ الْآخَرِينَ ، خَرَائِطَ لِلْعَالَمِ كُلِّهِ حَسْبَ تَصَوُّرِهِمْ . وَبِازْدِيَادِ الْحَاجَةِ إِلَى الْخَرَائِطِ التَّفْصِيلِيَّةِ الدَّقِيقَةِ ، أَصْبَحَ عِلْمُ الْخَرَائِطِ نَوَاةً لِعِلْمٍ أَكْبَرَ هُوَ عِلْمُ الْجُغْرَافِيَا . وَالمَعْنَى الْحَرْفِىُّ لِلْجُغْرَافِيَا هُوَ وَصْفُ الْأَرْضِ . وَهَذَا يُوَضِّحُ لِمَاذَا يُلْزِمُ عُلَمَاءُ الْجُغْرَافِيَا الْمُحْدَثُونَ أَنْفُسَهُمْ بِدِرَاسَةِ كُلِّ شَىْءٍ عَنْهَا ، مِنَ الْمُنَاخِ وَالتُّرْبَةِ وَالطُّوبُوغْرَافِيَا ، وَالنَّبَاتَاتِ وَالْحَيَوَانَاتِ وَالْمَوَارِدِ الطَّبِيعِيَّةِ ، إِلَى السُّكَّانِ وَالسِّيَاسَةِ وَالتَّلَوُّثِ وَتَخْطِيطِ مُدُنِ الْمُسْتَقْبَلِ . وَالْيَوْمَ ، تَسْتَمِرُّ الْخَرَائِطُ كَأَدَاةٍ أَسَاسِيَّةٍ لِفَنِّ الْجُغْرَافِيَا . فَقَدِ انْتَشَرَتِ الْخَرَائِطُ فِى الْمُجْتَمَعِ الْحَدِيثِ ، مِنْ خَرَائِطِ الطَّقْسِ فِى الْقَارَّاتِ إِلَى دَلِيلِ الْجَيْبِ لِشَوَارِعِ الْمُدُنِ . وَفِى هَذَا الْفَصْلِ سَنَتَعَرَّفُ عَلَى أَنْوَاعِ الْخَرَائِطِ الْمُخْتَلِفَةِ ، مَعَ التَّرْكِيزِ عَلَى كَيْفِيَّةِ مُسَاعَدَتِهَا لَنَا فِى فَهْمِ الكَوْكَبِ الَّذِى نَعِيشُ عَلَيْهِ .

هَذِهِ الصُّورَةُ الَّتِى تُشْبِهُ الْفُسَيْفِسَاءَ الْتَقَطَتْهَا الْأَقْمَارُ الِاصْطِنَاعِيَّةُ لِلشَّرْقِ الْأَوْسَطِ مِنِ ارْتِفَاعٍ يَبْلُغُ ٥٢٥ مِيلًا وَيَظْهَرُ فِى وَسَطِهَا نَهْرُ النِّيلِ بِمِصْرَ الَّذِى يَنْتَهِى بِدِلْتَا مُثَلَّثَةِ الشَّكْلِ قَبْلَ أَنْ يَصُبَّ فِى الْبَحْرِ الْمُتَوَسِّطِ ، وَفِى أَقْصَى الْيَمِينِ شِبْهُ جَزِيرَةِ سَيْنَاءَ بَيْنَ خَلِيجَى السُّوَيْسِ وَالْعَقَبَةِ .



كَيْفَ تُعَدُّ الْخَرَائِطُ ؟

اَلتَّصْوِيرُ الْجوِّىُّ هُوَ مِفْتَاحُ الْمَرْحَلَةِ الْأُولَى لِعَمَلِ الْخَرَائِط . وَتُؤْخَذُ سِلْسِلَةٌ مِن الصُّوَرِ الْمُتَتَابِعَةِ بِحَيْثُ تَتَدَاخَلُ هَذِهِ الصُّوَرُ فَتَظْهَرُ نَفْسُ المِسَاحَةِ مِن الْأَرْضِ مِنْ زَوَايَا مُخْتَلِفَةٍ عَلَى طُولِ خَطٍّ طَيرانٍ وَاحِدٍ لِلطَّائِرَةِ . وَعِنْدَ فَحْصِ هَذِهِ الصُّوَرِ الْمُزْدَوَجَةِ لِنَفْسِ الْمِسَاحَةِ بِاسْتِرْيُوسْكُوب ، تَظْهَرُ فِى مَنْظَرٍ ثُلَاثِىِّ الْأَبْعَادِ (يسار) وَمِنْهَا يَرْسُمُ رَاسِمُ الْخَرَائِطِ خَرِيطَةً طُبُوغْرَافِيَّةً .

تَتِمُّ صِنَاعَةُ الْخَرَائِط فِى ثَلَاثِ مَرَاحِلَ . وَالْمَرْحَلَةُ الْأُولَى تُسَمَّى الْمَسْحَ ، حَيْثُ يُحَدِّدُ الْمَسَّاحُ إِحْدَاثِيَّاتِ عِدَّةِ أَمَاكِنَ مُتَبَاعِدَةٍ تُسَمَّى النُّقَط الْمِسَاحِيَّةَ الرَّئِيسِيَّةَ . وَيُعَيِّنُ الْمسَافَاتِ بَيْنَ هَذِهِ النُّقَطِ الَّتِى يُرَاعَى وُجُودُها عِنْدَ رُءُوسِ نِظَامٍ مِن الْمُثَلَّثَاتِ الْمُتَشَابِكَةِ لِتَسْهِيلِ قِيَاسِ الْمسَافَاتِ وَيُسْتَخْدَمُ التَّصْوِيرُ الْجوِّىُّ لِرَسْمِ عِدَّةِ صُوَرٍ لِلمسَاحَةِ الْمَطْلُوبَةِ كَمَا يُحَدِّدُ الْمَسْحُ الْمِيْدَانِىُّ حُدُودَ الطُّرُقِ وَالْأَنْهَارِ وَالْمَنَازِلِ وَالْهِضَابِ وَأَسْمَاءَ الْأَمَاكِنِ .

وَفِى الْمَرْحَلَةِ الثَّانِيَّة يَتِمُّ التَّجْمِيعُ وَالرَّسْمُ ، وَيَسْتَعِينُ رَاسِمُو الْخَرائِط بِالْحَاسِبِ الْآلِّى لِرَسْمِ الْخَرَائِطِ بِنَاءً عَلَى الْبَيَانَاتِ الْمُجَمَّعَةِ فِى الْمَرْحَلَةِ الْأُولَى . وَأَخِيرًا ، فِى الْمَرْحَلَةِ الثَّالِثَةِ تُنْقَلُ صُورَةُ الْخَرِيطَةِ عَلَى أَلْوَاحِ طَبْعٍ مَعْدِنِيَّةٍ أَوْ بِأَىِّ وَسِيلَةٍ أُخْرَى تَمْهِيدًا لِتَوزِيعِهَا . وَتُعْرَفُ هَذِهِ الْمَرْحَلَةُ بِمَرْحَلَةِ إِنْتَاجِ الْخَرِيطَةِ .

عَمَلُ الْخَرَائِطِ



مَسَّاحَانِ يَسْتَخْدِمَانِ جِهَازًا إِلِكْتُرونِيًّا لِقِيَاسِ الْمسَافَاتِ ، لِلتَّحَقُّقِ مِن الْبَيَانَاتِ الَّتِى جُمِعَتْ بِالتَّصْوِيرِ الْجوِّىِّ . وَالْمَسَّاحُ إِلَى (اليمين) يَقْرَأُ الْقِيَاسَاتِ ، بَيْنَما يُسَجِّلُهَا زَمِيلُهُ على الْيَسَارِ .



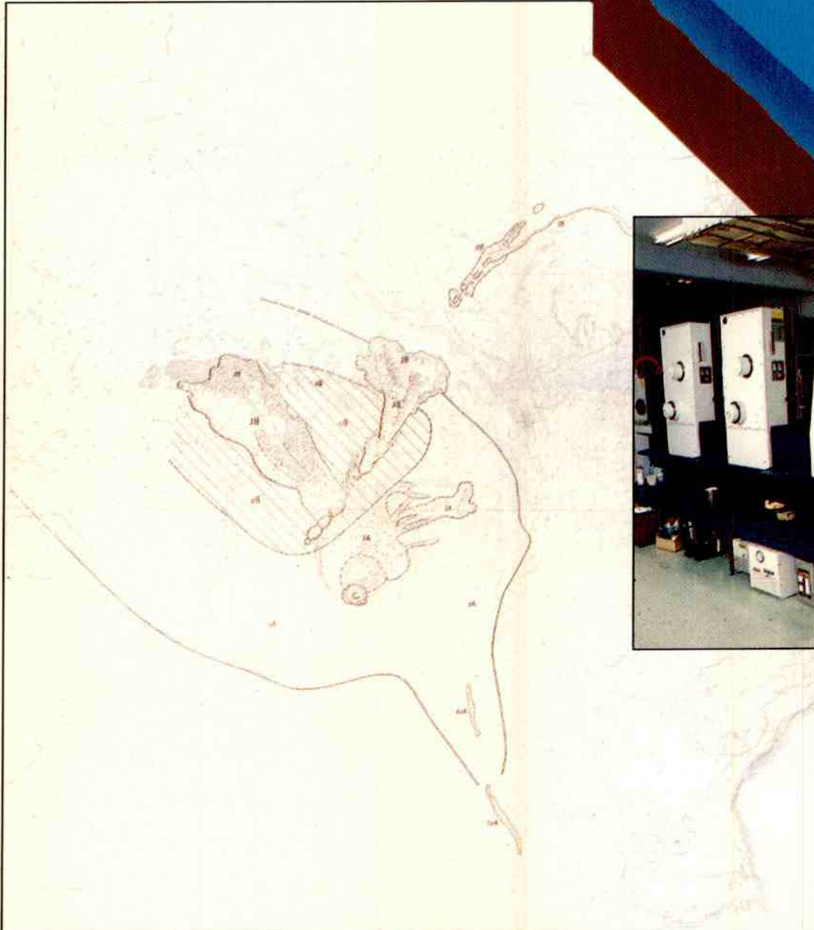
تُوضَعُ عَلَامَاتٌ مِسَاحِيَّةٌ عَلَى النُّقَطِ الَّتِى تَمَّ مَسْحُهَا ، وَهِىَ عَلَامَاتٌ مَعْدِنِيَّةٌ مُسَطَّحَةٌ تُدْفَنُ فِى الْحَجَرِ أَو الْأَسْفَلْتِ . وَيَسْتَخْدِمُهَا الْمَسَّاحُونَ لِلتَّحقُّقِ مِنْ دِقَّةِ خَرَائِطِ الْمَنَاطِقِ الْمُحِيطَةِ .





رَسَّامُ خَرَائِطَ يَسْتَخْدِمُ سِكِّينًا ــ عَلَى نُضُدٍ مُضِيءٍ ــ لِيُحَدِّدَ مَسَارَاتِ الْأَنْهَارِ وَرَوَافِدَهَا عَلَى خَرِيطَةٍ مُعَدَّةٍ لِلطِّبَاعَةِ . وَالْعَدَسَاتُ الْمُكَبِّرَةُ الْمُثَبَّتَةُ فِى نَظَّارَتِهِ تُوَضِّحُ لَهُ أَدَقَّ التَّفْصِيلَاتِ عَلَى الْخَرِيطَةِ .





تُمَرَّرُ أَلْوَاحُ الْأَفْلَامِ الْمُحَطَّطَةُ فِى آلَةِ طِبَاعَةٍ (أعلى) لِتُنْتِجَ الْخَرَائِطَ الْكَامِلَةَ ، مِثْلَ الَّتِى عَلَى الْيَسَارِ ، وَالَّتِى تُوَضِّحُ مَدَى اتِّسَاعِ طَفْحٍ بُرْكَانِىٍّ .

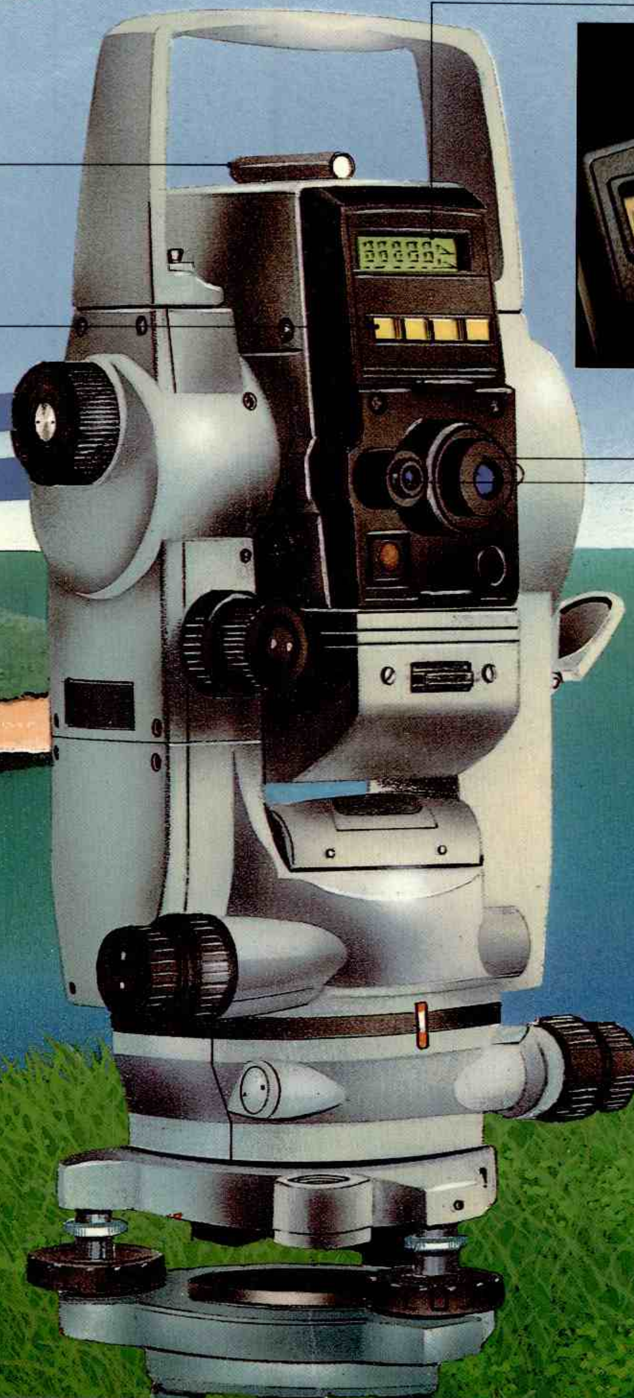
مَا عَمَلُ الْمَسَّاحِين ؟

رَغْمَ أَنَّ الْمَسْحَ الْجَوِّىَّ هُوَ عَصَبُ الْخَرائِطِ الْحَدِيثَةِ ، فَإِنَّ عَلَى الْمَسَّاحِينَ النُّزولَ إِلَى الْأَرْضِ لِتَحْدِيدِ مَوَاقِعِ وَحُدُودِ الْمِساحَاتِ الْمطْلُوبُ عَمَلُ خَرَائِطَ لَهَا . وَأَثْنَاءَ هَذَا الْمَسْحِ الْمَيْدَانِىِّ ، يَقِيسُ الْمَسَّاحُونَ الْمسافَاتِ ، وَالِارْتِفاعَاتِ ، وَالِاتِّجاهَاتِ ، وَهِىَ الْمُكَوِّنَاتُ الثَّلاثَةُ الْأَسَاسِيَّةُ لِخَرِيطَةٍ دَقِيقَةٍ .

وَأَبْسَطُ وَسَائِلِ قِيَاسِ الْمَسَافَاتِ هُوَ شَرِيطُ الْقِيَاسِ الْمَعْدِنِىُّ وَلَكِنَّ هَذَا الشَّرِيطَ تَتَغَيَّرُ أَبْعادُهُ بِتَغَيُّرِ دَرجَاتِ الْحَرارَةِ ، فَيَتَمَدَّدُ فِى الْأَيَّامِ الْحَارَّةِ وَيَنْكَمِشُ فِى الْأَوْقَاتِ الَّتِى تَنْخَفِضُ فِيهَا دَرَجَةُ الْحَرارَةِ — مَثَلًا — مِمَّا يُؤَثِّرُ عَلَى الْقِيَاسَاتِ . وَأَدَقُّ الْأَدَوَاتِ هُوَ جِهَازُ تلِيمِيتَر اللِّيزَرِ لِلْقِيَاسِ عَنْ بُعْدٍ (أسفل) ، وَلَهُ مَيْزَةُ قِيَاسِ المسَافَاتِ الطَّوِيلَةِ عَبْرَ عَوَائِقَ يَصْعُبُ اجْتِيَازُهَا .

وَيَسْتَخْدِمُ الْمَسَّاحُونَ عَمَلِيَّةً تُسَمَّى ضَبْطَ الِاسْتِوَاءِ لِتَحْدِيدِ ارْتِفاعِ أَىِّ نُقْطَةٍ فَوْقَ مُسْتَوى سَطْحِ الْبَحْرِ . وَفِى هَذِهِ الْعَمَلِيَّةِ ، تُتَّخَذُ مَسَافَةٌ رَأْسِيَّةٌ مَعْلُومَةٌ ، كَقَاعِدَةٍ لِحِسَابِ الِارْتِفَاعَاتِ الْأُخْرَى الْقَرِيبَةِ . وَوَسَائِلُ قِيَاسِ الِاتِّجَاهَاتِ تَشْمَلُ الْمُشَاهَدَةَ الزَّاوِيَّةَ ، والْمُشَاهَدَةَ الِاتِّجَاهِيَّةَ ، وَمُشَاهَدَةَ زَوَايَا التَّكْبِيرِ .

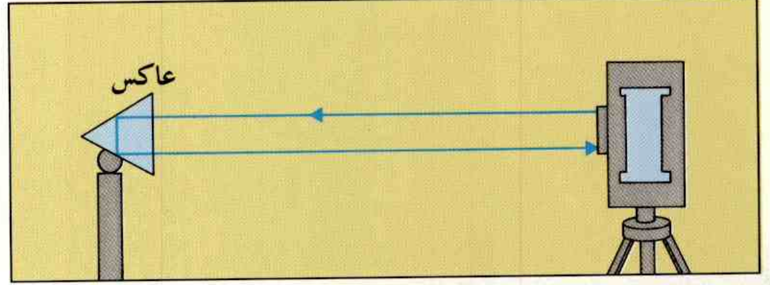
■ آلَةُ حِسَابِ الْمَوْقِعِ





أشِعَّةُ اللِّيزَرِ لِقِيَاسِ الْمسَافَاتِ

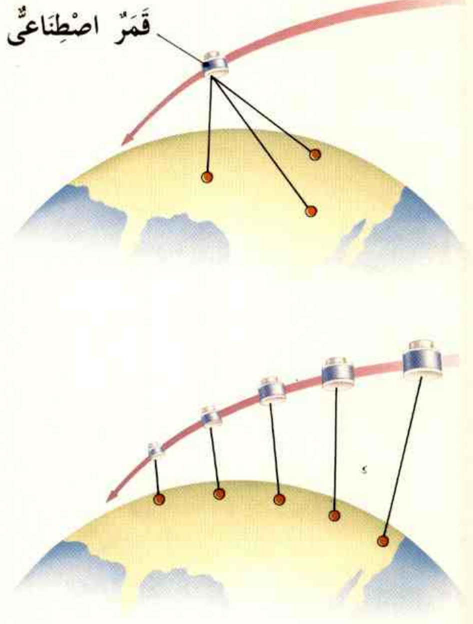
مِنْ أكْثَرِ طُرُقِ قِيَاسِ الْمسَافَاتِ دِقَّةً ، هُوَ حِسَابُ الزَّمَنِ الَّذِى يَسْتَغْرِقُهُ شُعَاعٌ مُنْبَعِثٌ لِيَعُودَ بَعْدَ انْعِكَاسِهِ عَلَى عَاكِسٍ بَعِيدٍ . وَفِى جِهَازِ تليميتر أشِعَّةِ اللِّيزَرِ (أسفل) تَحْتَوِى وَحْدَةُ الْقِيَاسِ عَلَى مُرْسِلٍ وَمُسْتَقْبِلٍ . وَالْعَاكِسُ عِبَارَةٌ عَنْ عِدَّةِ مَنْشُورَاتٍ زُجَاجِيَّةٍ .



● اَلْمَرَايَا تُؤَدِّى كُلَّ الْعَمَلِ

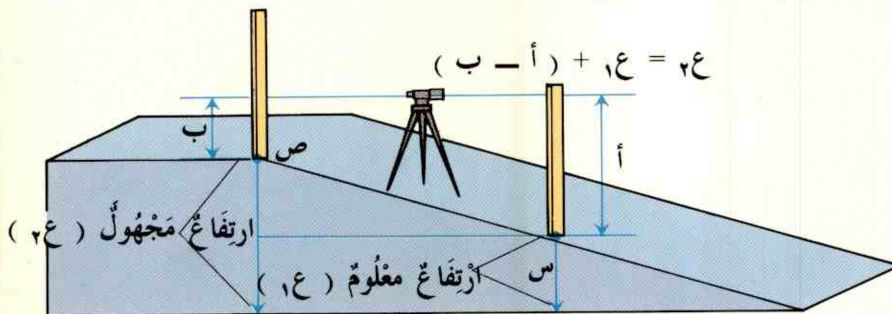
لِقِيَاسِ الْمسَافَاتِ بِجِهَازٍ يَعْمَلُ بِاللِّيزَرِ ، يُجَهِّزُ الْمَسَّاحُونَ وَحْدَةَ الْقِيَاسِ عِنْدَ نُقْطَةٍ مُعَيَّنَةٍ (مقابل) . ثُمَّ يُجَهِّزُونَ الْعَاكِسَ (يسار) عِنْدَ النُّقْطَةِ الْمَطْلُوبِ حِسَابُ بُعْدِهَا . وَيُطْلِقُ الْمُرسِلُ شُعَاعًا ضَوْئِيًّا أوْ أشِعَّةً تَحْتَ حَمْرَاءَ عَلَى الْعَاكِسِ ، فَتَنْعَكِسُ رَاجِعَةً . وَبِحِسَابِ زَمَنِ رِحْلَةِ الشُّعَاعِ ، تَحْسِبُ وَحْدَةُ الْقِيَاسِ الْمسَافَةَ بَيْنَهَا وَبَيْنَ الْعَاكِسِ .





بِتَثْبِيتِ مَوْضِعِ قَمَرٍ اصْطِنَاعِىٍّ ، يُمْكِنُ لِلْمَسَّاحِينَ اسْتِخْدَامُ الْمَرْكَبَةِ كَنُقْطَةٍ مَرْجِعِيَّةٍ لِقِيَاسِ الْمسَافَاتِ عَلَى الْأرْضِ . وَالشَّكْلُ الْعُلْوِىُّ يُبَيِّنُ كَيْفِيَّةَ تَحْدِيدِ مَوْضِعِ الْقَمَرِ الاصْطِنَاعِىِّ بِإطْلَاقِ ثَلَاثَةِ أشِعَّةِ لِيزَرٍ فِى نَفْسِ الْوَقْتِ مِنْ ثَلَاثَةِ أمَاكِنَ مُعَيَّنَةٍ . وَفِى الشَّكْلِ السُّفْلِىِّ ، تَنعَكِسُ أشِعَّةٌ فَرْدِيَّةٌ عَلَى الْقَمَرِ الاصْطِنَاعِىِّ مِنْ نُقَطٍ مُتَعَدِّدَةٍ عَلَى التَّوالِى .

كَيْفَ يَسْتَخْدِمُ الْمَسَّاحُونَ الْمِيزَانَ



لِتَحْدِيدِ ارْتِفَاعِ النُّقْطَةِ (ص) ، يَتِمُّ اخْتِيَارُ نُقْطَةٍ مَعْلُومَةِ الارْتِفَاعِ (س) . وَتُثَبَّتُ قَامَاتٌ مُدَرَّجَةٌ (الصفراء) عِنْدَ النُّقْطَتَيْنِ . وبِجِهَازِ الْمِيزَانِ وَهُوَ تِلِسْكُوبٌ دَوَّارٌ مَجَالُ رُؤْيَتِهِ فِى خَطٍّ أُفُقِىٍّ ، يُوضَعُ بَيْنَ الْقَامَتَيْنِ ، وَيُحَدِّدُ الْقِرَاءَتَيْنِ ب ، أ عِنْدَ القَامَتَين وبِإِضَافَةِ الْفَرْقِ بَيْنَهُمَا إِلَى ارْتِفَاعِ (س) يَنْتُجُ ارْتِفَاعُ ص .

كَيْفَ تُحَدَّدُ الْمَوَاقِعُ عَلَى الْخَرَائِطِ؟

تَسْتَخْدِمُ مُعْظَمُ الْخَرَائِطِ شَبَكَةً لِتَوَضِّحَ مَوَاقِعَ الْبُحَيْرَاتِ وَالْأَنْهَارِ وَالْمُدُنِ .. الخ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ . وَتُخَطَّطُ الشَّبَكَةُ بِخُطُوطٍ أُفُقِيَّةٍ هِىَ خُطُوطُ الْعَرْضِ ، وَخُطُوطٍ رَأْسِيَّةٍ هِىَ خُطُوطُ الطُّولِ .

وَعِنْدَ تَحْوِيلِ شَبَكَةٍ مُسَطَّحَةٍ إِلَى كُرَةٍ ، فَإِنَّ خُطُوطَ الْعَرْضِ تَظْهَرُ كَدَوَائِرَ مُوَازِيَةٍ لِخَطِّ الِاسْتِوَاءِ (وهو خَطٌّ وَهْمِىٌّ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ فِى مُنْتَصَفِ المسافَةِ بَيْنَ الْقُطْبِ الشَّمَالِى وَالْجَنُوبِىِّ) وخطُّ عَرْضِ أَىِّ نُقْطَةٍ يُعَبَّرُ عَنْهُ بِالزَّاوِيَةِ عِنْدَ مَرْكَزِ الْأَرْضِ بَيْنَ خَطَّيْنِ أَحَدُهُمَا مَرْسُومٌ مِن هَذِهِ النُّقْطَةِ والْآخَرُ مِنْ خَطِّ الِاسْتِوَاءِ . وَبِذَلِكَ فَإِنَّ أَىَّ نُقْطَةٍ عَلَى خَطِّ الِاسْتِوَاءِ خَطُّ عَرْضِهَا صِفر ، بَيْنَمَا الْقُطْبَانِ خَطُّ عَرْضِهِمَا ٩٠° شمالًا وَجنوبًا .

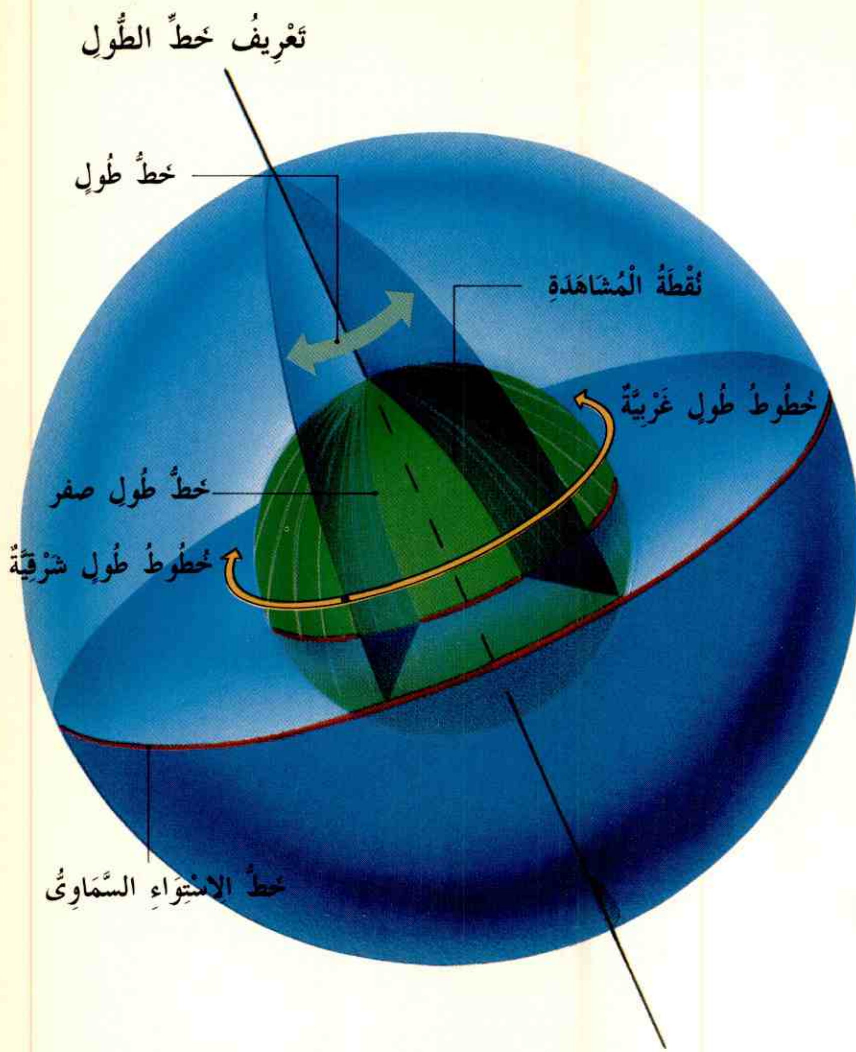
وَخطُّ الطُّولِ يُمَثَّل عَلَى الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ بِدَوَائِرَ مُتَسَاوِيَةٍ تَمُرُّ بِالْقُطْبَيْنِ وَهِىَ خُطُوطُ الزَّوَالِ ، وَيُعَبَّرُ عَنْهُ بالدَّرجاتِ مِثْلِ خَطِّ الْعَرْضِ . وَخطُّ الطُّولِ الْمُقَابِلِ لِخَطِّ الاسْتِوَاءِ هُوَ خَطُّ زَوَالِ جرينيتش الْوَهْمِىُّ الَّذِى يَمُرُّ بِجرينيتش بِإِنْجِلْتِرَا .

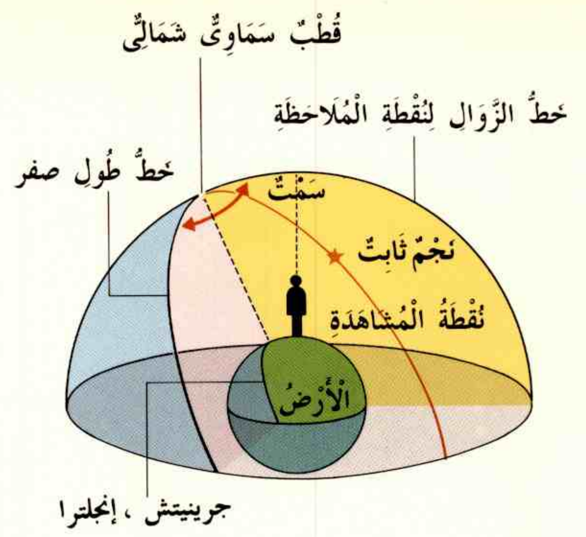
الْعَلَاقَةُ السَّمَاوِيَّةُ

بِالنِّسْبَةِ لِأَىِّ مُشَاهِدٍ عَلَى الْأَرْضِ ، تَبْدُو السَّمَاءُ كَحَوْضٍ مَقْلُوبٍ وَهَذَا الْغِلَافُ الْوَهْمِىُّ يُسَمَّى الْقُبَّةَ السَّمَاوِيَّةَ . وَنُقَطُ تَقَاطُعِ مُسْتَوى الِاسْتِوَاءِ الْأَرْضِىِّ مَعَ الْقُبَّةِ السَّمَاوِيَّةِ ، تُكَوِّنُ خَطَّ الِاسْتِوَاءِ السَّمَاوِىَّ . وَنُقَطُ تَقَاطُعِ امْتِدَادِ مِحْوَرِ الْأَرْضِ مَعَ الْقُبَّةِ السَّمَاوِيَّةِ هِىَ الْأَقْطَابُ السَّمَاوِيَّةُ . وَتُسْتَخْدَمُ هَذِهِ مَعَ إِحْدَاثِيَّاتٍ سَمَاوِيَّةٍ أُخْرَى لِتَحْدِيدِ مَوْقِعِ الْأَرْضِ فِى الْفَضَاءِ .

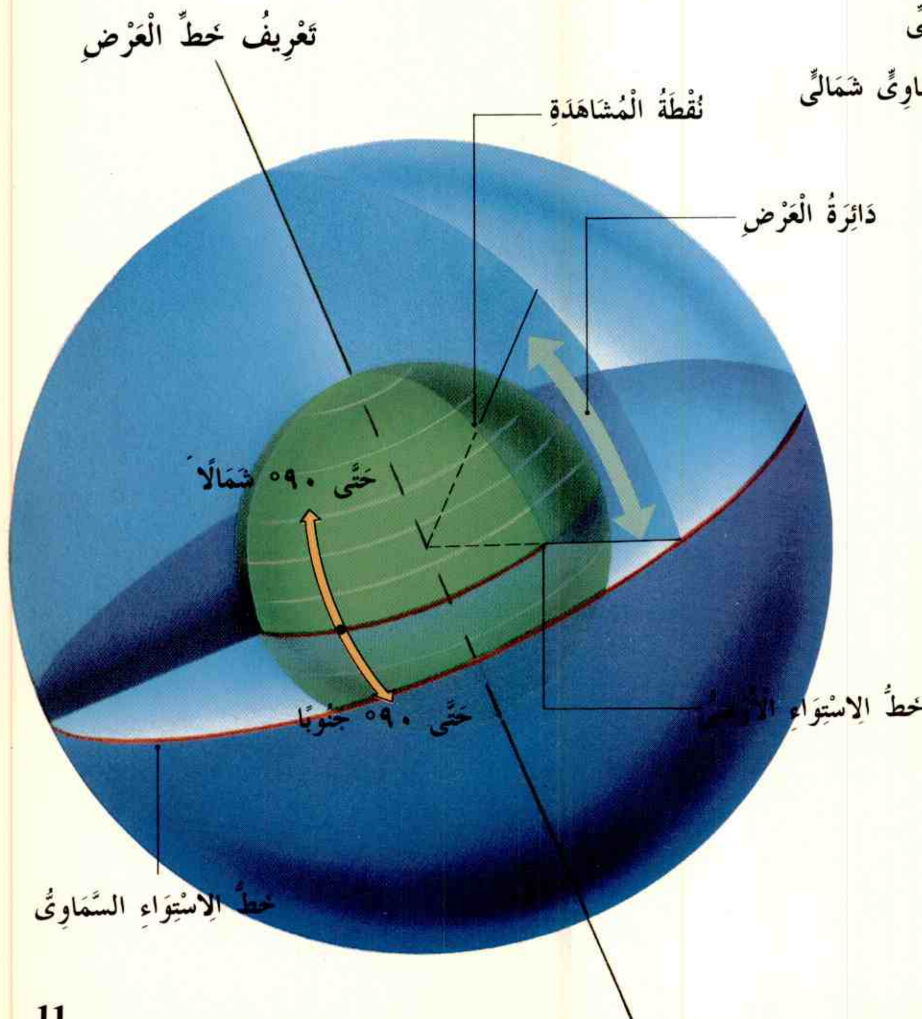


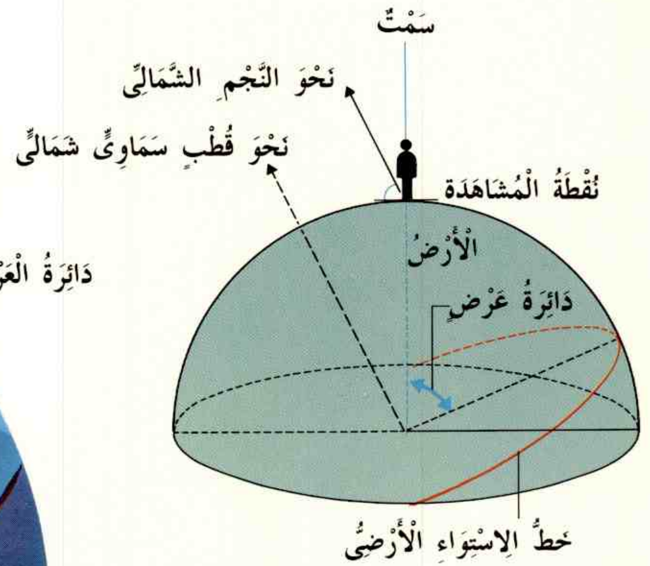
لِأَنَّ الْأَرْضَ تَدُورُ حَوْلَ نَفْسِهَا ، فَإِنَّ النُّجُومَ الْمُصَوَّرَةَ بِكَامِيرَا زَمَنِيَّةٍ (أعلى) تَظْهَرُ كَأَنَّهَا تدورُ حَوْلَ الْقُطْبِ السَّمَاوِىِّ الشَّمَالِىِّ . وَهَذَا الدَّوَرَانُ الْيَوْمِىُّ يُسَمَّى بالحَرَكَةِ الْيَوْمِيَّةِ .





خطُّ الطُّولِ لِأَىِّ نُقْطَةٍ هُوَ الزَّاوِيَةُ عِنْدَ الْقُطْبِ الشَّمَالِىِّ بَيْنَ خطِّ زَوَالِ جرينتش وخطُّ الزَّوالِ الَّذِى يَمُرُّ بِهَذِهِ النُّقْطَةِ .





أَحَدُ طُرُقِ تَحْدِيدِ دَائِرَةِ الْعَرْضِ هُوَ مُقَارَنَةُ مَوْضِعِ النَّجمِ الشَّمَالِىِّ بِسَمْتِ مَوْقِعٍ مُعَيَّنٍ هُوَ النُّقْطَةُ فِى الْقُبَّةِ السَّمَاوِيَّةِ فَوْقَ هَذَا الْمَوْقِعِ مُبَاشَرَةً .

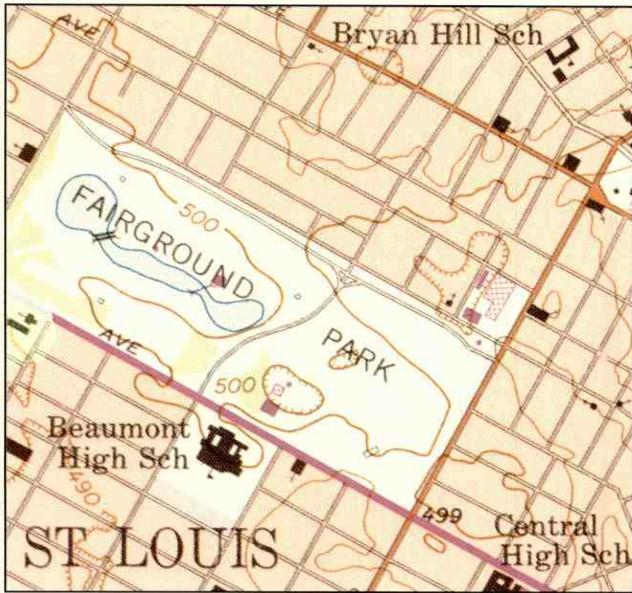
مَا الأَنْوَاعُ الأَسَاسِيَّةُ لِلْخَرَائِطِ؟

تُعْتَبَرُ خَرَائِطُ الْأَسَاسِ الْمُعَدَّةُ مِن الْمَسْحِ الْجَوِّيِّ وَالْمَيْدَانِيِّ نُقَطَ بِدَايَةٍ لِإِعْدَادِ خَرَائِطَ أُخْرَى . وَبِصِفَةٍ عَامَّةٍ ، فَإِنَّ الْخَرَائِطَ تَنْدَرِجُ تَحْتَ أَحَدِ قِسْمَيْنِ رَئِيسِيَّيْنِ : خَرَائِطُ طُبُوغْرَافِيَّةُ ، وَخَرَائِطُ مَوْضُوعِيَّةٌ .

وَتَحْتَوِى الْخَرَائِطُ الطُّبُوغْرَافِيَّةُ عَلَى ثَرْوَةٍ مِن الْمَعْلُومَاتِ عَنْ طُبُوغْرَافِيَا الْمِسَاحَةِ الْمُوضَّحَةِ ، وَهِى جَمِيعُ الْمَلَامِحِ الطَّبِيعِيَّةِ وَالْبَشَرِيَّةِ بِهَذَا السَّطْحِ . وَقَدْ تَتَضَمَّنُ ارْتِفَاعَاتِ الْجِبَالِ ، ومَجَارِى الْأَنْهَارِ ، وَالطُّرُقَ ، وَأَسْمَاءَ الْبُحَيْرَاتِ وَالْمُدُنَ ، والْحُدُودَ السِّيَاسِيَّةَ كَالْمُقَاطَعَاتِ وَالْوِلَايَاتِ .

وَتَسْتَخْدِمُ الْخَرَائِطُ الْمَوضُوعِيَّةُ خَرِيطَةً طُبُوغْرَافِيَّةً أَوْ أَىَّ خَرِيطَةٍ أُخْرَى كَأَسَاسٍ لِعَرْضِ الْبَيَانَاتِ الَّتِى تُوَجَّهُ إِلَى مَوْضُوعٍ وَاحِدٍ ، مِثْلِ ، الْكَثَافَةِ السُّكَّانِيَّةِ ، وَتَوْزِيعِ الْحَيَاةِ الْبَرِّيَّةِ ، وثَبَاتِ انْحِدَارِ التِّلَالِ ، وَالِاتِّجَاهَاتِ الِاقْتِصَادِيَّةِ ، وَرُبَّمَا أَنْمَاطُ الْمُرُورِ الْمَحَلِّىِّ .

وَيَتَوَقَّفُ مَدَى تَفْصِيلِ بَيَانَاتِ الْخَرِيطَةِ عَلَى مِقْيَاسِ رَسْمِهَا ، وَهُوَ النِّسْبَةُ بَيْنَ أَىِّ مَسَافَةٍ عَلَى الْخَرِيطَةِ ، وَطُولِهَا الْحَقِيقِىِّ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ . وَالْخَرَائِطُ ذَاتُ مِقْيَاسِ الرَّسْمِ الصَّغِيرِ ، وَتُغَطِّى مِسَاحَةً كَبِيرَةً مِن الْأَرْضِ ، بِهَا تَفْصِيلَاتٌ قَلِيلَةٌ . أَمَّا الْخَرَائِطُ ذَاتُ مِقْيَاسِ الرَّسْمِ الكَبِيرِ ، وَتُغَطِّى مِسَاحَةً صَغِيرَةً مِن الْأَرْضِ ، فَتَفَاصِيلُهَا أَكْبَرُ . ويُكْتَبُ مِقْيَاسُ الرَّسْمِ كَنِسْبَةٍ . فَمِقْيَاسُ رسم ١ : ٦٣٣٦٠ مَثَلًا ، يُبَيِّنُ أَنَّ كُلَّ بُوصَةٍ عَلَى الْخَرِيطَةِ تَمَثِّلُ ٦٣٣٦٠ بُوصَةً أَوْ مِيْلًا وَاحِدًا عَلَى الْأَرْضِ .



مِقْيَاسُ رَسْمٍ كَبِيرٌ : ١ بوصة = ٠,٤ ميل



مِقْيَاسُ رَسْمٍ مُتَوَسِّطٌ : ١ بوصة = ٤ ميل

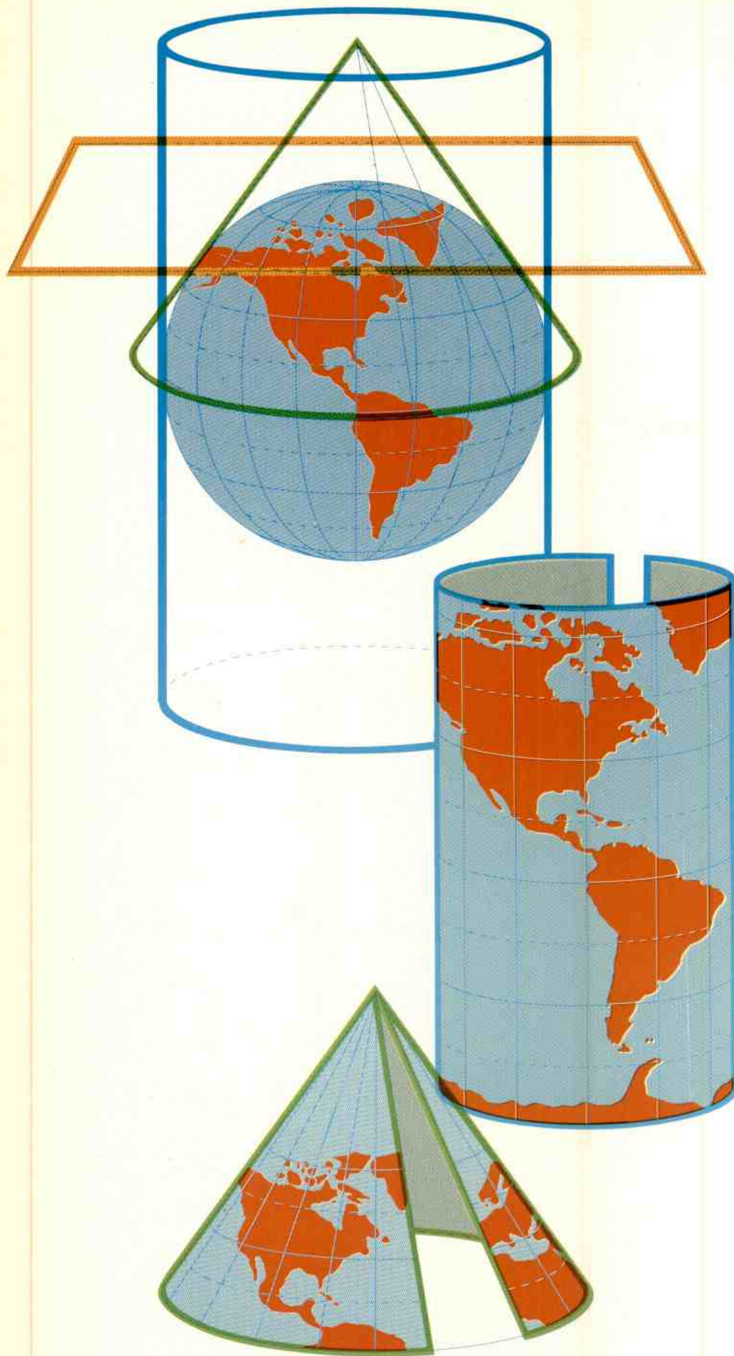


مِقْيَاسُ رَسْمٍ صَغِيرٌ : ١ بوصة = ٨ ميل

هَذِهِ الْخَرَائِطُ الطُّبُوغْرَافِيَّةُ الثَّلَاثُ تُبَيِّنُ نَفْسَ الْمِسَاحَةِ لِسَانْت لُويس فِى وِلَايَةِ مِيسُورِى بِتَفَاصِيلَ مُخْتَلِفَةٍ . الْعُلْوِيَّةُ ذَاتُ مِقْيَاسِ رَسْمٍ كَبِيرٍ (١ : ٢٤٠٠٠) ، حَيْثُ تُعَادِلُ كُلُّ بُوصَةٍ عَلَى الْخَرِيطَةِ مَسَافَةَ ٠,٤ مِيْلًا مِن الْأَرْضِ . وَهَذَا يُتِيحُ إِظْهَارَ تَفَاصِيلَ كَثِيرَةٍ مِثْلِ الْمَدَارِسِ وَالْحَدَائِقِ وَكَبَارِى الْمُشَاةِ . وَالْخُطُوطُ الْبُنِّيَّةُ اللَّوْنِ تُوَضِّحُ تَغَيُّرًا فِى الْارْتِفَاعِ حَوَالَى ١٠ أَقْدَامٍ . وَالْخَرِيطَةُ الْوُسْطَى بِمِقْيَاسِ رَسْمٍ أَصْغَر (١ : ٢٥٠٠٠٠) ، وَلِذَلِكَ فَإِنَّ الْبُوصَةَ عَلَيْهَا تُعَادِلُ مَسَافَةً طُولُهَا ٤ أَمْيَالٍ عَلَى الْأَرْضِ . أَمَّا السُّفْلَى فَمِقْيَاسُ رَسْمِهَا أَصْغَرُ (١ : ٥٠٠٠٠٠) فَتَظْهَرُ فِيهَا مِسَاحَاتٌ وَاسِعَةٌ مِن الْأَرْضِ ، ذَاتُ تَفَاصِيلَ قَلِيلَةٍ .

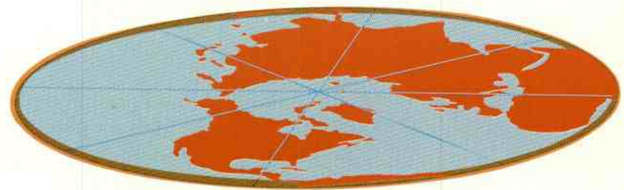
ثلاثُ طُرُقٍ لِجَعْلِ الْأَرْضِ مُسَطَّحَةً

يَنْحصِرُ التَّحدِّى الرَّئِيسِىُّ لِرَسْمِ الْخَرَائِطِ ، فِى أَنَّ الْأَرْضَ كُرَوِيَّةٌ ، وَالْخَرَائِطُ مُسَطَّحَةٌ . وتَحْوِيلُ السَّطْحِ الْمُنْحَنِى إِلَى مِسَاحَةٍ مُسَطَّحَةٍ عَلَى الْوَرَقِ ، يُسَمَّى الإِسْقَاطَ ، وَهُوَ يُشَوِّهُ الْمِسَاحَةَ ، أَوِ الشَّكْلَ ، أَوِ الْمَسَافَةَ ، أَوِ اتِّجَاهَ الكُرَةِ . وَلِلتَّغَلُّبِ عَلَى ذَلِكَ ؛ يَسْتَخْدِمُ رَسَّامُو الْخَرَائِطِ مَسَاقِطَ مُخْتَلِفَةً لِرَسْمِ أَجْزَاءِ الْعَالَمِ الْمُخْتَلِفَةِ . وتَظْهَرُ الأَنْوَاعُ الثَّلاثَةُ الرَّئِيسِيَّةُ لِلْمَسَاقِطِ عَلَى هَذِهِ الصَّفْحَةِ .



مَسْقَطٌ أُسْطُوَانِىٌّ

وَيُصْنَعُ هَذَا الْمَسْقَطُ بِلَفِّ أُسْطُوَانَةٍ حَوْلَ الكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ (أعلى يمين) . وَتُسْقَطُ خُطُوطُ الكُرَةِ عَلَى الْأُسْطُوَانَةِ ، ثُمَّ تُفْرَدُ الْأُسْطُوَانَةُ . (يَكُونُ الْمِقْيَاسُ الحَقِيقِىُّ عَلَى طُولِ خَطِّ الِاسْتِوَاءِ فَقَطْ) .

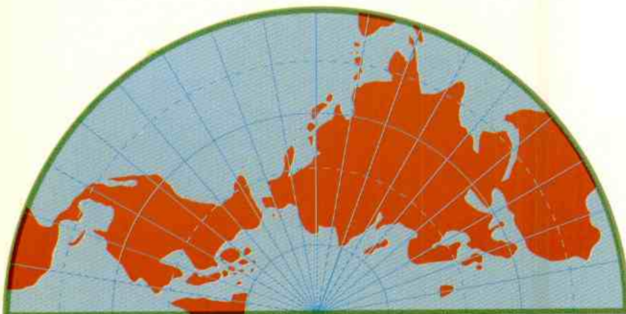




مَسْقَطٌ دَائِرِىٌّ أَوْ سَمْتِىٌّ

وَيُصْنَعُ هَذَا الْمَسْقَطُ بِتَثْبِيتِ السَّطْحِ الْمُسْتَوِى لِصَحِيفَةِ الْخَرِيطَةِ عِنْدَ نُقْطَةِ تَمَاسٍّ عَلَى سَطْحِ الكُرَةِ (أعلى يمين) . وَتُسْقَطُ خُطُوطُ الكُرَةِ ــ الَّتِى فِى مُسْتَوَى نُقْطَةِ التَّمَاسِّ عَلَى السَّطْحِ الْمُسْتَوِى . وَيُمْكِنُ رَسْمُ مَسَاقِطَ سَمْتِيَّةٍ مُتَنَوِّعَةٍ بِوَضْعِ السَّطْحِ عِنْدَ نُقَطٍ مُخْتَلِفَةٍ .

مَسْقَطٌ مَخْرُوطِىٌّ



وَيُصْنَعُ هَذَا الْمَسْقَطُ بِلَفِّ مَخْرُوطٍ مِنَ الْوَرَقِ حَوْلَ الكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ (أعلى يمين) وَتُسْقَطُ خُطُوطُ الطُّولِ وَالْعَرْضِ عَلَى السَّطْحِ الدَّاخِلِىِّ لِلْمَخْرُوطِ . ثُمَّ يُقَصُّ الْمَخْرُوطُ وَيُفْرَدُ (أعلى) ، فَيَكُونُ الْمَخْرُوطُ خَرِيطَةً تَكُونُ دَقِيقَةً جِدًّا فِى أَمَاكِنِ تَلَامُسِ الْمَخْرُوطِ مَعَ الكُرَةِ . وَيُسْتَخْدَمُ الْمَسْقَطُ المَخْرُوطِىُّ غَالِبًا لِرَسْمِ مَنَاطِقِ الْعُرُوضِ الْوُسْطَى مِثْلِ الوِلَايَاتِ المُتَّحِدَةِ .

مَنْ أَعدَّ الْخرائِطَ الأُولَى ؟

أَقْدَمُ خرِيطَةٍ مَعْرُوفَةٍ ، هِى لَوْحٌ مِنَ الْفَخَّارِ صُنِعَ فِى بِلَادِ مَا بَيْنَ النَّهْرَيْنِ حَوَالَى ٢٥٠٠ ق . م . وَتُوَضِّحُ قَرْيَةً صَغِيرَةً فِى وَادِى نَهْرٍ عَلَى حَافَةِ جَبَلٍ . وَمَنْظَرُهَا ــ مِثْلُ كُلِّ الْخَرَائِطِ الْأُولَى ــ مَحْدُودٌ بِالْحيَاةِ الْيَوْمِيَّةِ لِلْأَفْرَادِ . ولكِنْ مَعَ تَجَوُّلِ الْمُسْتَكْشِفِينَ وَالتُّجَّارِ بَعِيدًا عَنْ أَوْطَانِهِمْ ، وَعَوْدَتِهِمْ بِقَصَصٍ كثِيرَةٍ عَنْ أَمَاكِنَ بَعِيدةٍ ، بَدَأَت الْخَرَائِطُ تُغطِّى مِسَاحَاتٍ أَوْسَعَ وَأَوْسَعَ . وَأَقْدَمُ خرِيطَةٍ مَوْجُودَةٍ (يسار) صُنِعَتْ فِى الْقَرْنِ السَّادِسِ قَبْلَ الْمِيلَادِ فِى بَابِلَ ، حَيْثُ تُوَضِّحُ مَمْلَكَةَ بَابِل كَمُرَبَّعٍ فِى مَرْكَزِ الْعَالَمِ .

وَرَسَّامُو الْخَرَائِطِ الْيُونَانِيُّونَ الْأَوَائِلُ مِثْلُ هِيكَاتْيُوس ، وضَعُوا دَوْلَتَهُمْ فِى مَرْكَزِ الْأَرْضِ . وحَوَالَى ٢٥٠ ق . م . افْتَرَضَ العَالِمُ الرِّيَاضِىُّ الْيُونَانِىُّ إرَاتُوسيْثِينِيس ، أنَّ الْأَرْضَ كُرَةٌ ، وَحَسَبَ مُحِيطَ الْأَرْضِ فَلَمْ يُخْطِئْ إلَّا بحوالى ١٢٪ مِنْ قِيمَتِهِ الْحَقِيقيَّةِ . وبَلَغَ عِلْمُ الْخرَائِطِ الْقَدِيمُ ذِرْوَتَهُ فِى الْقَرْنِ الثَّانى المِيلَادِى ، عِنْدَمَا كَتَبَ أَعْظَمُ الجُغْرَافِيِّينَ فِى ذَلِكَ الْعصْرِ ــ الْبَاحِثُ الْمِصْرِىُّ كُلُودْيُوس بَطْلَيْمُوس ــ كِتَابًا عَنِ الْجُغْرَافْيَا يتَضَمَّنُ كَيْفِيَّةَ عَمَلِ خرَائِطَ لِأَرْضٍ كُرَوِيَّةٍ وَتَظْهَرُ هَذِهِ الْإِرْهَاصَاتُ الْمُبَكِّرَةُ لِعِلْمِ الْخرَائِطِ عَلَى الْيَسَارِ .

خرِيطَةُ الْعَالَمِ الْبَابِلِيَّةُ (٦٠٠ ق . م .)

هَذَا اللَّوْحُ الْفَخَّارِىُّ هُوَ أَقْدَمُ خرِيطَةٍ مَوْجُودَةٍ . وَتُبَيِّنُ الْعَالَمَ كَقُرْصٍ مِن الْأَرَاضِى تُحِيطُ بِهَا الْمُحِيطَاتُ . وَالْخُطُوطُ الرَّأْسِيَّةُ تُبَيِّنُ نَهْرَ الْفُرَاتِ .



أَطْلَسُ جِيرَارْدِس مِرْكَاتُور (١٥٨٥)

خرِيطَةُ الْعَالَمِ لِمِرْكَاتُور (١٥٣٨)

الكُرَةُ الْأَرْضِيَّةُ لِمَارْتِن بيهايم (١٤٩٢)

خرَائِطُ بورتُولان (١٣٠٠)

خرِيطَةُ الْعَالَمِ لِلْجُغْرَافِىِّ الْعَرَبِىِّ الْإِدْرِيسِىِّ (١١٦١)

خرِيطَةُ الْيَابَانِ لجيُوكى (القرن الثامن)

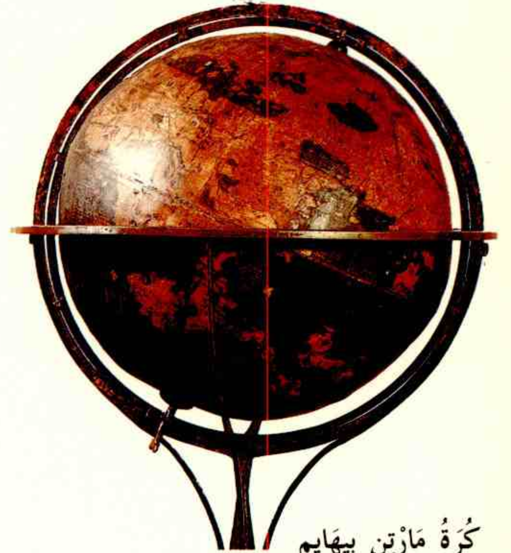
لَوْحَةُ بِيُوتنْجر ، خريطة طرق رومانية (القرن الرابع)

خرِيطَةُ الْعَالَمِ لبطْلَيْمُوس (القرن الثانى)

الْكُرَةُ الْأَرْضِيَّةُ لكْرِيتِس (١٥٠ ق . م)

خرِيطَةُ الْعَالَمِ لِإرَاتُو سيثِنِيس (٢٥٠ ق . م)

خرِيطَةُ الْعَالَمِ لهيكَاتْيُوس (٥٥٠ ق . م)



كُرَةُ مَارْتِن بيهَايم

وَفِى عَامِ ١٤٩٢ ، صَنَعَ بِيهَايم نَمُوذَجًا لِكُرَةٍ أَرْضِيَّةٍ (أسفل) بِنَاءً عَلَى خَرَائِطِ بَطْلَيْمُوس ، وَضَمَّنَهَا آخِرَ الْمَعْلُومَاتِ الْجُغْرَافِيَّةِ فِى ذَلِكَ الْوَقْتِ . ولَكِنَّهَا لَمْ تَتَضَمَّنْ الْقَارَّتَيْنِ الْأَمْرِيكِيَّتَيْنِ لِاكْتِشَافِهِمَا فِى نِهَايَةِ الْعَامِ الْمَذْكُورِ .



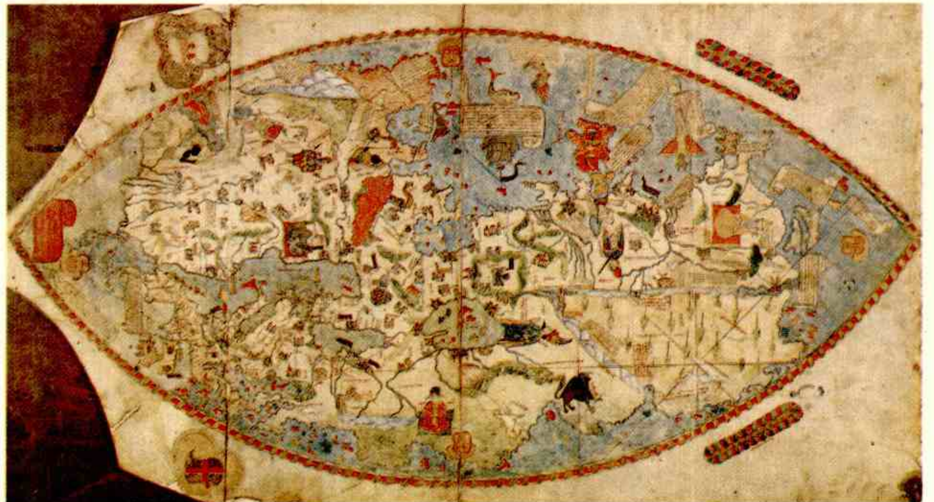
خَرِيطَةُ جْيُوكِى

تُنْسَبُ هَذِهِ الْخَرِيطَةُ (يمين) إِلَى كَاهِنٍ بُوذِىٍّ عَاشَ فِى الْقَرْنِ الثَّامِنِ الْمِيلَادِىِّ ، يُدْعَى جْيُوكِى بُوسَاتْسُو . وَهِىَ أَقْدَمُ خَرِيطَةٍ مَعْرُوفَةٍ لِلْيَابَانِ . وَتُوَضِّحُ أَسْمَاءَ وَحُدُودَ الْمُدُنِ وَالْمَنَاطِقِ وَالطُّرُقِ الْمُوَصِّلَةِ بَيْنَهَا .



خَرِيطَةُ الْعَالَمِ لِبَطْلَيْمُوس

كَانَ بَطْلَيْمُوسُ هُوَ الْفَلَكِىُّ وَالْجُغْرَافِىُّ الْأَوَّلُ الَّذِى وَضَعَ مَفَاهِيمَ خُطُوطِ الطُّولِ وَالْعَرْضِ وَالْمَسَاقِطَ . وَظَلَّتْ خَرَائِطُهُ مَفْقُودَةً مِن الْقَرْنِ الثَّانِى حَتَّى عَامِ ١٤١٣ حِينَ اسْتُخْدِمَتْ لِصِنَاعَةِ خَرَائِطَ مِثْلِ الَّتِى تَرَاهَا إِلَى الْيَسَارِ فِى عَصْرِ النَّهْضَةِ .



لَوْحَةُ بُورْتُولَان

خَرِيطَةُ الْعَالَمِ (يمين) الْمَرْسُومَةُ عَام ١٤٥٧ ، تُعْرَفُ بِاسْمِ لَوْحَةِ بُورْتُولَان ، وَهِىَ خَرِيطَةٌ مِلَاحِيَّةٌ تُوَضِّحُ اتِّجَاهَاتِ الْبُوصَلَةِ الزَّاوِيَّةَ وَقَدْ رُسِمَتْ أَقْدَمُ الْخَرَائِطِ الْمِلَاحِيَّةِ فِى إِيطَالْيَا عَامَ ١٣٠٠ ، وَاسْتُخْدِمَت الْخُطُوطُ الْمُسْتَقِيمَةُ لِبَيَانِ اتِّجَاهِ الرِّيَاحِ . وَقَدْ سَاعَدَت الْمَلَّاحِينَ فِى تَحْدِيدِ وِجْهَاتِهِمْ .

مَا هُوَ مَسْقَطُ مِرْكَاتُور؟

رَسَمَ الْجُغْرَافِىُّ الْفَلَمَنْكِىُّ جِيرَارْدُس مِرْكَاتُور عام ١٥٦٩ مَسْقَطَ مِرْكَاتُور ، وَهُوَ خَرِيطَةٌ تُبَيِّنُ خُطُوطَ الطُّولِ وَالْعَرْضِ الَّتِى تُكَوِّنُ مَعًا مُرَبَّعَاتٍ أَوْ مُسْتَطِيلاتٍ . وَهَذَا الْمَسْقَطُ يُنَاسِبُ الْخَرَائِطَ الْمِلاحِيَّةَ ، لِأَنَّ أَىَّ خَطٍّ مُسْتَقِيمٍ يَصِلُ بَيْنَ نُقْطَتَيْنِ عَلَى خَرِيطَةِ مِرْكَاتُور ، يَصْنَعُ نَفْسَ الزَّاوِيَةِ مَعَ أَىِّ خَطِّ زَوَالٍ يَقْطَعُهُ . وَهَذَا الْخَطُّ مُتَسَاوِى الْمَيْلِ كَمَا يُسَمَّى ـ يُعْطِى الْمَلَّاحِينَ طَرِيقًا يُمْكِنُ اتِّبَاعُهُ بِالْحِفَاظِ عَلَى اتِّجَاهٍ ثَابِتٍ لِلْبُوصَلَةِ . وَرَغْمَ كُلِّ مُمَيِّزَاتِهِ ، فَإِنَّ مَسْقَطَ مِرْكَاتُور يُشَوِّهُ أَشْكَالَ وَأَحْجَامَ الْمُحِيطَاتِ وَالْقَارَّاتِ . وَبَدَلًا مِنْ ظُهُورِ خُطُوطِ الزَّوَالِ مُحَدَّبَةً عِنْدَ الْقُطْبَيْنِ مِثْلَ وَضْعِهَا عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ ، فَإِنَّهَا تَظْهَرُ كَخُطُوطٍ رَأْسِيَّةٍ مُتَوَازِيَةٍ . وَلِهَذَا ، فَكُلُّ الْمَسَافَاتِ شَرْقًا وَغَرْبًا (مَا عَدَا عَلَى خَطِّ الاسْتِوَاءِ) تَسْتَطِيلُ ، وَتَزْدَادُ اسْتِطَالَتُهَا نَحْوَ الْقُطْبَيْنِ .

وَدَوَائِرُ الْعَرْضِ أَيْضًا تَتَشَوَّهُ فَتَزْدَادُ الْمَسَافَةُ بَيْنَهَا حَسَبَ بُعْدِهَا عَنْ خَطِّ الاسْتِوَاءِ . وَنَتِيجَةً لِذَلِكَ ، فَإِنَّ أَقَالِيمَ الْعُرُوضِ الْعُلْيَا تَظْهَرُ أَكْبَرَ بِكَثِيرٍ مِنْ مَثِيلَتِهَا فِى الْمَسَاحَةِ فِى الْعُرُوضِ الدُّنْيَا ، فَجِرِينْلَانْد ـ مَثَلًا ـ أَقَلُّ مِنْ $\frac{١}{١٢}$ مِنْ مَسَاحَةِ قَارَّةِ أَمْرِيكَا الْجَنُوبِيَّةِ ، وَلَكِنَّهَا تَتَضَخَّمُ عَلَى خَرِيطَةِ مِرْكَاتُور إِلَى مَسَاحَةٍ أَكْبَرَ عِدَّةَ مَرَّاتٍ مِن هَذِهِ الْقَارَّةِ .

جِرِينْلَانْد

طَرِيقُ دَائِرَةٍ عُظْمَى (أقصر طريق)

خَطٌّ مُتَسَاوِى الْمَيْلِ

دَائِرَةٌ عُظْمَى

اسْتُرَالْيَا

تكبير مِرْكَاتُور

تُوَضِّحُ الدَّوَائِرُ الْحَمْرَاءُ كَيْفَ يَزْدَادُ مِقْدَارُ الْمَسَاحَةِ بِازْدِيَادِ بُعْدِهَا عَنْ خَطِّ الاسْتِوَاءِ .

ابْتِهَاجُ الْبَحَّار

خَرِيطَةُ مِرْكَاتُور تُشَوِّهُ مِسَاحَاتِ الْقَارَّاتِ بِبَشَاعَةٍ ، وَالْمِسَاحَاتُ الْبُرْتُقَالِيَّةُ الثَّلَاثُ (أعلى) هِىَ مِسَاحَاتٌ مُتَسَاوِيَةٌ . وَخَرِيطَةُ مِرْكَاتُور أَدَاةٌ مِلَاحِيَّةٌ نَافِعَةٌ جِدًّا . وَخَطُّ تَسَاوِى الْمَيْلِ الْوَاصِلِ بَيْنَ نُقْطَتَيْنِ يُبَيِّنُ أَقْصَرَ مَسَافَةٍ بَيْنَهُمَا . وَلَكِنَّهُ عَلَى الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ يَظْهَرُ كَدَائِرَةٍ عُظْمَى ، أَىْ خَطُّ تَقَاطُعِ سَطْحِ الْأَرْضِ مَعَ الْمُسْتَوَى الْمَارِّ بِمَرْكَزِ الْأَرْضِ .

مَسْقَطٌ ذُو مِساحَةٍ مُتَساوِيَةٍ

خَرِيطَةُ الْمَساقِطِ ذاتِ المِساحَةِ الْمُتَساوِيَةِ ، تُوَضِّحُ النِّسَبَ بَيْنَ مِساحاتِ المَناطِقِ بِكُلِّ دِقَّةٍ . وخَرِيطَةُ مِحْوَرِ الْمَيْلِ (أقصى يمين) ، تُبَيِّنُ بِدقَّةٍ أَنَّ اسْتُرالْيا أَكْبَرُ كَثِيرًا مِنْ جرِينْلانْد . ولتَحْدِيدِ الْبُعْدِ بَيْنَ أَيِّ نُقْطَتَيْنِ يُسْتَخْدَمُ مِقْياسُ رَسْمٍ (أسفل) .

٩٠٠٠ — ١٢٥٠٠ — ١٠٠٠ — ٥٠٠ — صفر (كم)

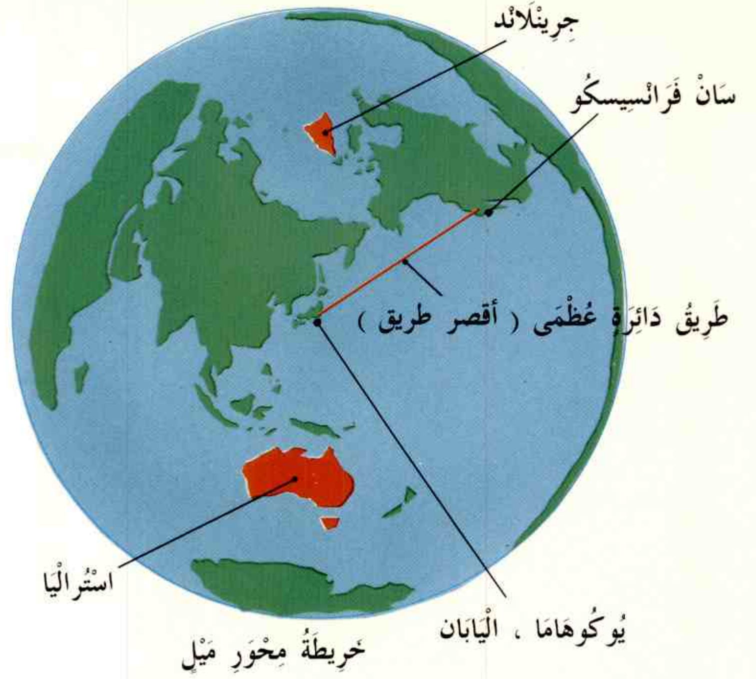
١ كم = ٠,٦٢١٤ ميلا



خَرِيطَةُ مِحْوَرٍ عَرْضِيٍّ

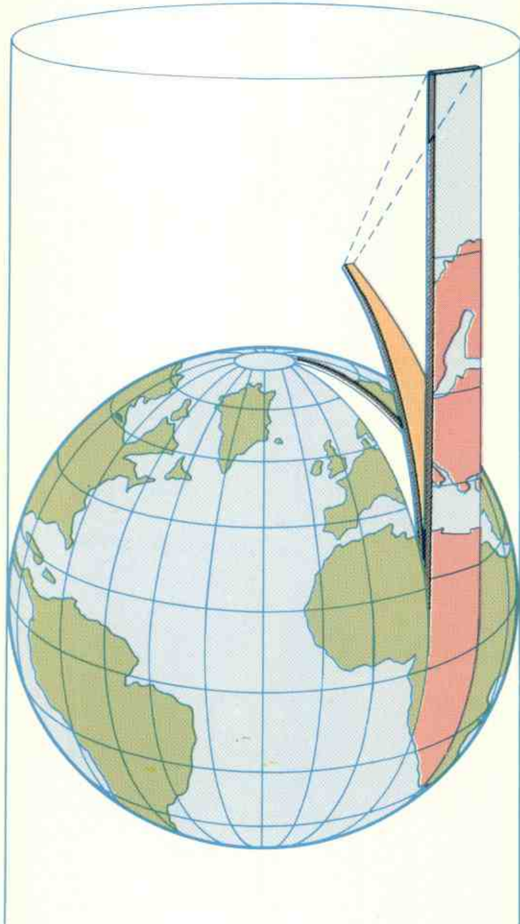


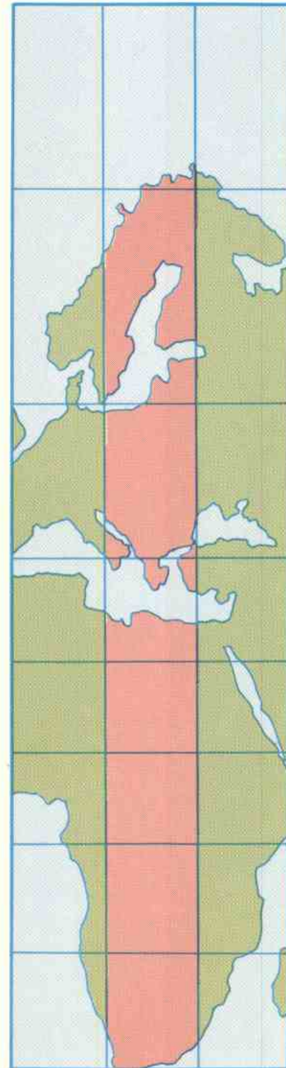
خَرِيطَةُ مِحْوَرٍ رَئِيسِيٍّ

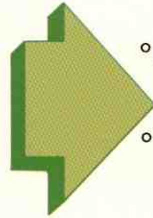


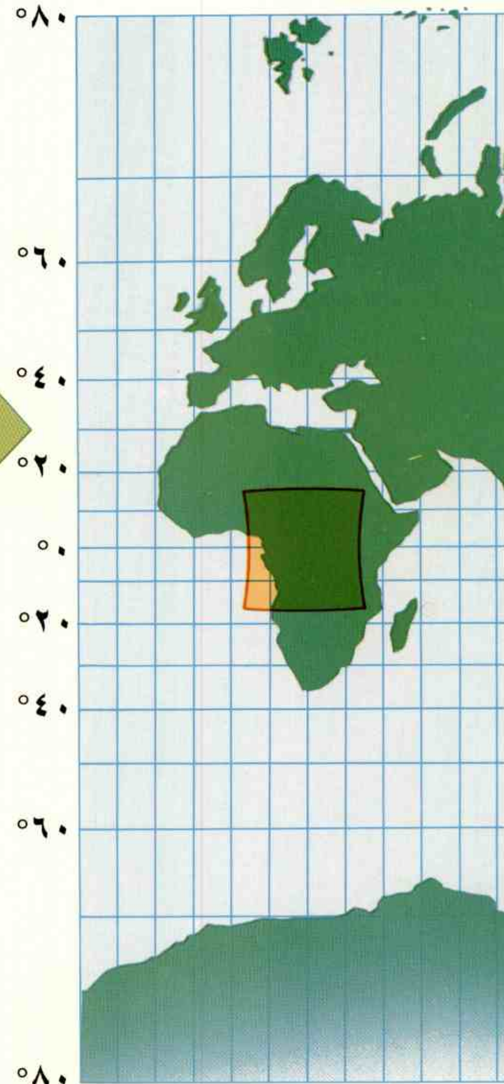
خَرِيطَةُ مِحْوَرِ مَيْلٍ

تشويه ، على مسقط مِرْكَاتُور







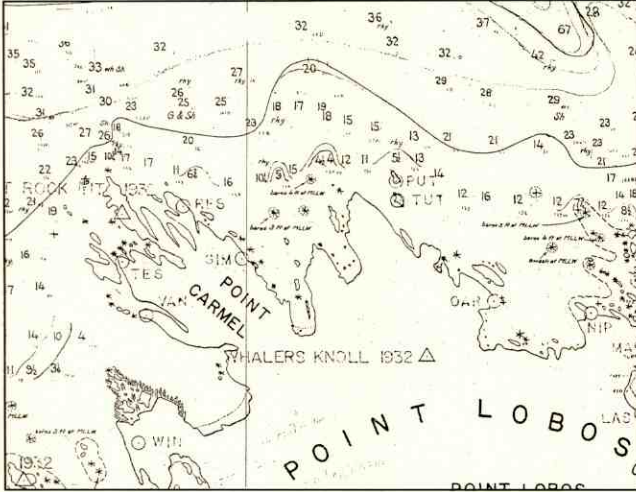


رَسْمُ مَسْقَطِ مِرْكاتُور

يُمْكِنُ تَوْضِيحُ مَسْقَطِ مِرْكَاتُور ، بِفَضْلِ شَرِيحَةٍ مِنْ سَطْحِ الكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ بَيْنَ خَطَّي طُولٍ (أعلى) . ثُمَّ يُمَدُّ الْخَطَّان لِيَكُونا خَطَّيْنِ مُتَوازِيَيْنِ . ولمُعادَلَةِ هَذا التَّمدُّدِ فَإِنَّ خُطُوطَ الْعَرْضِ يَجِبُ أَنْ يَزْدادَ بُعْدُها عَنْ بَعْضِها كُلَّما بَعُدَتْ عَنْ خَطِّ الِاسْتِواءِ (يمين) .

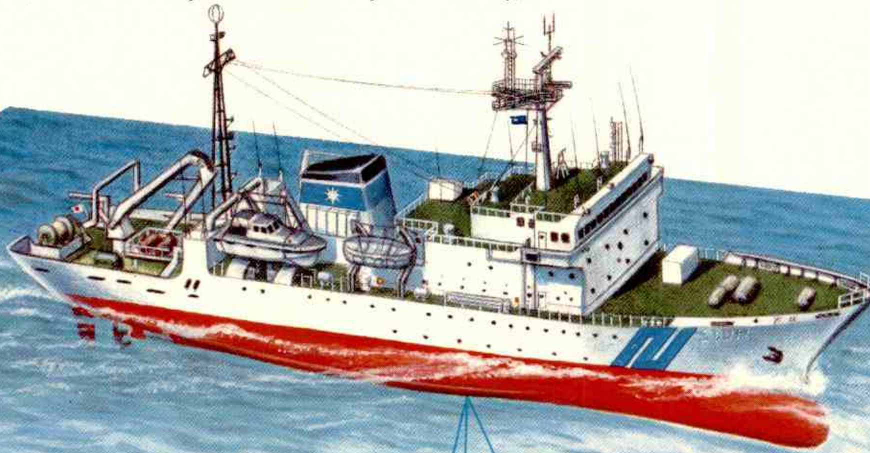
كَيْفَ تُعَدُّ خَرَائِطُ الْمِلاحَةِ الْبَحْرِيَّةِ ؟

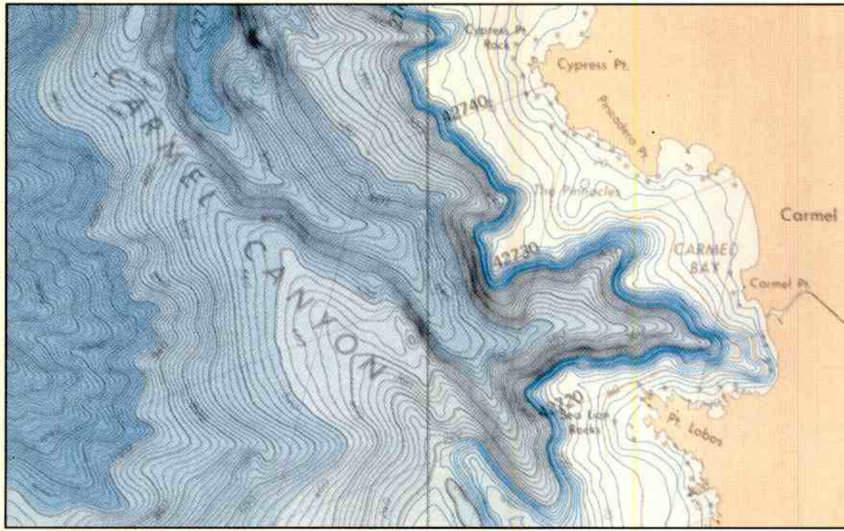
يَهْتَدِى المَلَّاحُونَ بِالْخَرائِطِ المِلاحِيَّةِ الْمُصَمَّمَةِ خِصِّيصًا لِلمِلاحَةِ الْبَحْرِيَّةِ . وَأَوَّلُ خُطْوَةٍ فِى إِنْتَاجِ هَذِهِ الْخَرائِطِ ، تَبْدَأُ بِمَسْحٍ لِتَحْدِيدِ حُدُودِ الْمِيَاهِ . يَلِى ذَلِكَ ، قِيَامُ سُفُنِ الْمَسْحِ بِقِيَاسِ الْأَعْمَاقِ بِاسْتِخْدَامِ أَجْهِزَةٍ صَوْتِيَّةٍ ، وَمَسْحُ السَّوَاحِلِ بِالتَّصْوِيرِ الْجَوِّى ، ثُمَّ تَحْدِيدُ الشَّمَالِ المِغْنَاطِيسِّ . وَأَخِيرًا ، تُجْمَعُ بَيَانَاتٌ عَنِ الْمَدِّ وَالْجَزْرِ ، وَالتَّيَّارَاتِ الْبَحْرِيَّةِ ، وَأَمَاكِنِ الْفَنَارَاتِ وَالشَّمَنْدُورَاتِ وَالْعَوائِقِ الْمَوجُودَةِ تَحْتَ سَطْحِ الْمَاءِ . وتُرَاجَعُ الْخَرِيطَةُ دَوْرِيًّا ، لِتَعْدِيلِ أَىِّ تَغَيُّرَاتٍ فِى السَّوَاحِلِ أَوِ الْأَعْمَاقِ .



سَفِينَةُ مَسْحٍ (أسفل) تَسْتَخْدِمُ مِسْبَارَ أَعْمَاقٍ مُتَعَدِّدِ الْأَشِعَّةِ لِرَسْمِ خَرائِطِ الْعُمْقِ . يُقَاسُ الْعُمْقُ بِالْقَامَةِ (٦ أقدام) .

قِيَاسُ الْأَعْمَاقِ بِالصَّوْتِ الْمُنْعَكِسِ





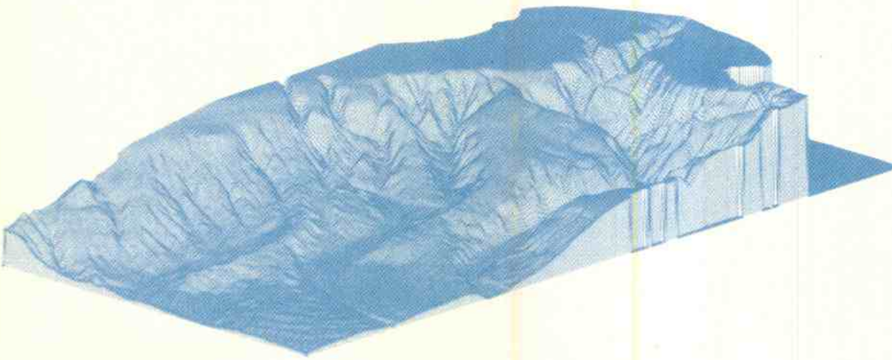


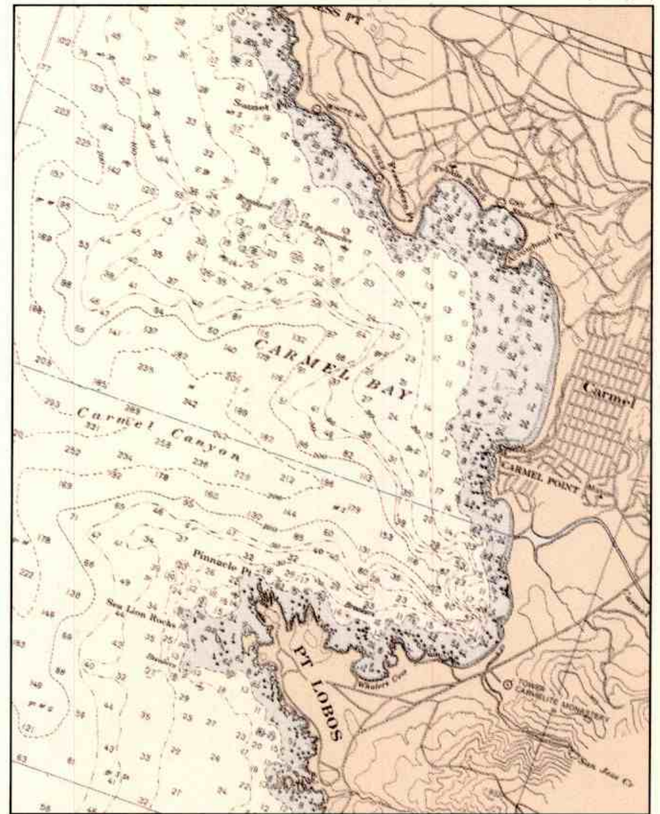
٠ ـ ٣٣٠ قدم
٣٣٠ ـ ٦٥٠ قدم
٦٥٠ ـ ١٦٥٠ قدم
١٦٥٠ ـ ٣٣٠٠ قدم
٣٣٠٠ ـ ٦٥٠٠ قدم
٦٥٠٠ ـ ١٠٠٠٠ قدم
أكثر من ١٠٠٠٠ قدم

تَدَرُّجُ الْعُمْقِ

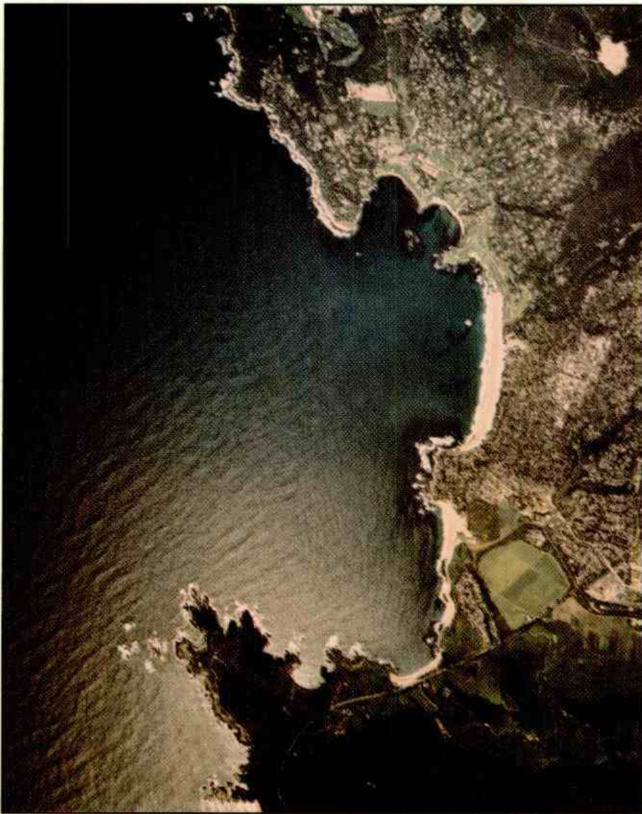
مَناظِرُ الْأَجْزاءِ غَيْرِ الْمَرْئِيَّةِ

تَهْدُفُ الْمُسوحَاتُ الْهيدْرُوجْرافِيَّةُ أَساسًا إِلى عَمَلِ خَريطَةِ الْأَعْماقِ وَهِىَ خَريطَةٌ طُبُوغْرافِيَّةٌ لِقاعِ الْبَحْرِ . وَتُوصِّلُ أَعْماقَ الْقاعِ الْمُتَماثِلَةَ مَعًا بِخُطُوطِ الْمَناسِيبِ . وَالْخُطُوطُ المتَباعِدَةُ تَدُلُّ عَلى انْحِدارٍ مُتَدَرِّجٍ فِى قاعِ الْبَحْرِ ، بَيْنَما تَدُلُّ الخُطُوطُ المتَقارِبَةُ عَلى انْحِدارٍ شَديدٍ . وَمَناسِيبُ الْأَعْماقِ تُظْهِرُ حَجْمَ وشَكْلَ وتَوْزيعَ جَميعِ أَنْواعِ مَلامِحِ الْقاعِ ، مِنَ الْأَخاديدِ إِلى خُطُوطِ التَّصَدُّعِ إِلى الْعُرُوقِ الْمَعْدِنِيَّةِ . وَإِذا كانَتْ بَياناتُ الْأَعْماقِ بِتَفاصيلَ كافِيَةٍ ، يُمْكِنُ مُعالَجَتُها بِالْحاسِبِ الْآلِىِّ ، لِتُعْطِىَ مَنْظَرًا ثُلاثِىَّ الْأَبْعادِ لِقاعِ الْمُحيطِ (يسار) .





صُورَةٌ مِن الْجَوِّ لخليجِ كارْمِل فِى كاليفُورْنيا . وَمِثْلُ هَذِهِ الصُّوَرِ تُمَكِّنُ رَسّامِى الْخَرائِطِ مِنْ قِياسِ طُبُوغْرافِيَّةِ السَّواحِلِ . وتُبَيِّنُ الصُّوَرُ أَماكِنَ الْمُساعَداتِ الْمِلاحِيَّةِ كَالْفَنارَاتِ ، والْعَوائِقِ كَحُطامِ السُّفُنِ . وكِلاهُما مَعْلُوماتٌ حَيَوِيَّةٌ فِى الْخَريطَةِ .



خَريطَةُ الْبَحرِيَّةِ النِّهائِيَّةُ وبِها جَميعُ الْبَياناتِ الَّتِى جُمِعَتْ بَوَسائِلَ مُخْتَلِفَةٍ مِنْها التَّصْويرُ الْجَوِّىُّ ، وَمِسْبارُ الْأَعْماقِ ، والْمَسْحُ المَغْناطِيسِىُّ وَهُناكَ طَبَعاتٌ حَديثَةٌ تُنْشَرُ سَنَوِيًّا لِلْمَناطِقِ كَثِيفَةِ الْحَرَكَةِ الْمِلاحِيَّةِ كَساحِلِ كاليفُورْنيا أَوْ مِيناءِ نِيُويُورْك .

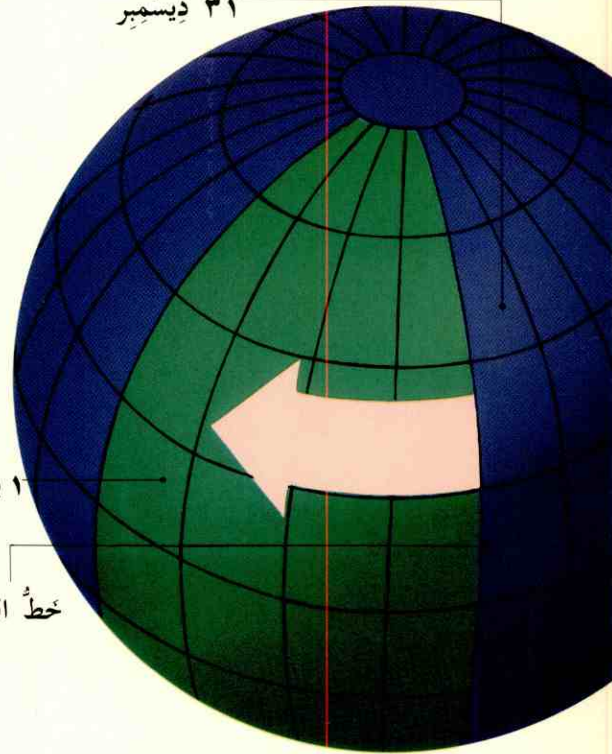
لِمَاذَا ابْتُكِرَتِ الْمَنَاطِقُ الزَّمَنِيَّةُ ؟

يَرْتَبِطُ الْوَقْتُ بِخُطُوطِ الطُّولِ . وتَدُورُ الْأَرْضُ دَوْرَةً كَامِلَةً أَوْ ٣٦٠° مِنْ خُطُوطِ الطُّولِ ، كُلَّ ٢٤ سَاعَةً . وبِذَلِكَ فَإِنَّ كُلَّ سَاعَةٍ تُعَادِلُ ١٥° مِنْ خُطُوطِ الطُّولِ ، أَىْ أَنَّ الْأَرْضَ تَدُورُ دَرَجَةً وَاحِدَةً مِنْ دَرَجَاتِ الطُّولِ كُلَّ ٤ دَقَائِقَ .

وَيُضْبَطُ الْوَقْتُ عِنْدَ أَىِّ نُقْطَةٍ بِتَحْدِيدِ الظُّهْرِ عِنْدَمَا تَكُونُ الشَّمْسُ فَوْقَ خَطِّ الزَّوَالِ عِنْدَ هَذِهِ النُّقْطَةِ مُبَاشَرَةً . ولاتُسْتَخْدَمُ هَذِهِ الطَّرِيقَةُ ، لِأَنَّهُ سَيَنْتُجُ عَنْهَا أَوْقَاتٌ مُخْتَلِفَةٌ لِكُلِّ خُطُوطِ الطُّولِ الـ ٣٦٠ . وبَدَلًا مِنْ ذَلِكَ ، قُسِّمَتِ الْأَرْضُ إِلَى ٢٤ مِنْطَقَةً زَمَنِيَّةً تُمَثِّلُ الـ ٢٤ سَاعَةً لِلْيَوْمِ ، لِكُلِّ مِنْطَقَةٍ ١٥° . ويَكُونُ الْوَقْتُ وَاحِدًا عَلَى طُولِ كُلِّ مِنْطَقَةٍ . وَقَدْ وَافَقَتْ ٢٧ دَوْلَةً فِى مُؤْتَمَرِ خُطُوطِ الزَّوَالِ الدَّوْلِى عام ١٨٨٤ عَلَى نِظَامِ الْمَنَاطِقِ الزَّمَنِيَّةِ . فَاتَّخَذَ الْمُؤْتَمَرُ مِنْ خَطِّ الزَّوَالِ الْمَارِّ بِجرينيتْش بِإِنْجلْترا ، كَخَطِّ الزَّوَالِ الابْتِدَائِىِّ أَىْ خَطَّ طُول ٠° ، لِقِيَاسِ خُطُوطِ الطُّولِ وَالْوَقْتِ . وَخَطُّ الزَّوَالِ رقم ١٨٠ والَّذِى يَقَعُ فِى مُنْتَصَفِ المسافَةِ حَوْلَ الْعَالَمِ مِنْ جرينيتش ، يُسَمَّى خَطَّ التَّارِيخِ الدَّوْلِىِّ . وَهُوَ الْمَكَانُ الَّذِى يَنْتَهِى عِنْدَهُ الْيَوْمُ وَيَبْدَأُ يَوْمٌ جَدِيدٌ .

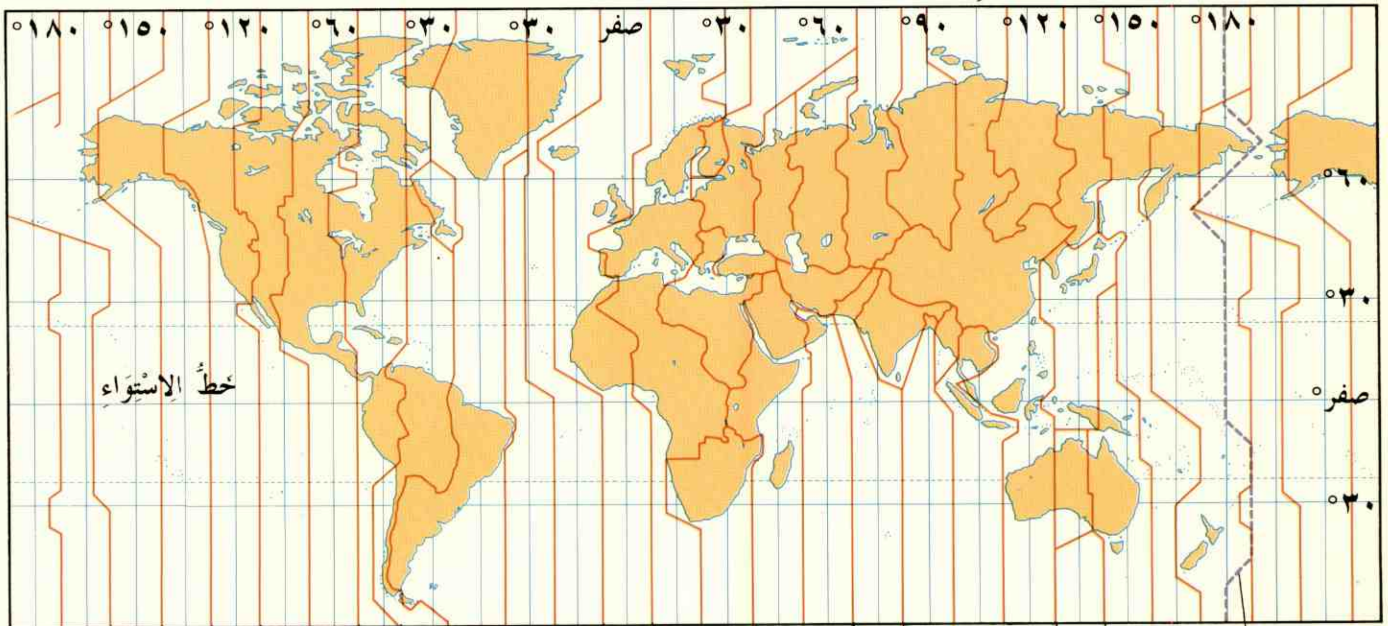
فَجْرُ يَوْمٍ جَدِيدٍ

تُولَدُ جَمِيعُ الْأَيَّامِ بَعْدَ مُنْتَصَفِ اللَّيلِ ، عَلَى خَطِّ التَّارِيخِ الدَّوْلِىِّ ، وتَزِيدُ إِلَى الْغَرْبِ . وَفِى الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ (أَسْفَل) عُمْرُ الْيَوْمِ الْجَدِيدِ ٤ سَاعَاتٍ فَقَطْ . ومَعَ دَوَرَانِ الْأَرْضِ ، سَوْفَ يُغَطِّى الْيَوْمُ الْجَدِيدُ أَجْزَاءً أُخْرَى مِنَ الْأَرْضِ ، بَيْنَمَا يَصْغُرُ الْيَوْمُ السَّابِقُ تَدْرِيجِيًّا ، حَتَّى يَخْتَفِى عِنْدَ خَطِّ التَّارِيخِ .



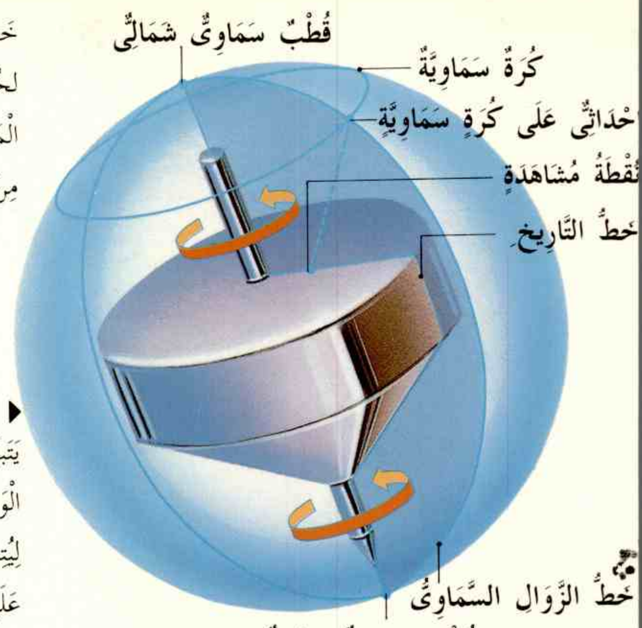
قَدْ تَخْرُجُ حُدُودُ الْمَنَاطِقِ الزَّمَنِيَّةِ عَنْ خُطُوطِ الزَّوَالِ الَّتِى تُقَسِّمُ الْأَرْضَ إِلَى ٢٤ مِنْطَقَةً زَمَنِيَّةً (أسفل) ، وذَلِكَ لِكَىْ تَتَلَاءَمَ مَعَ الحُدُودِ السِّيَاسِيَّةِ أَوِ الْمَحَلِّيَّةِ .

حُدُودُ الْمَنَاطِقِ الزَّمَنِيَّةِ

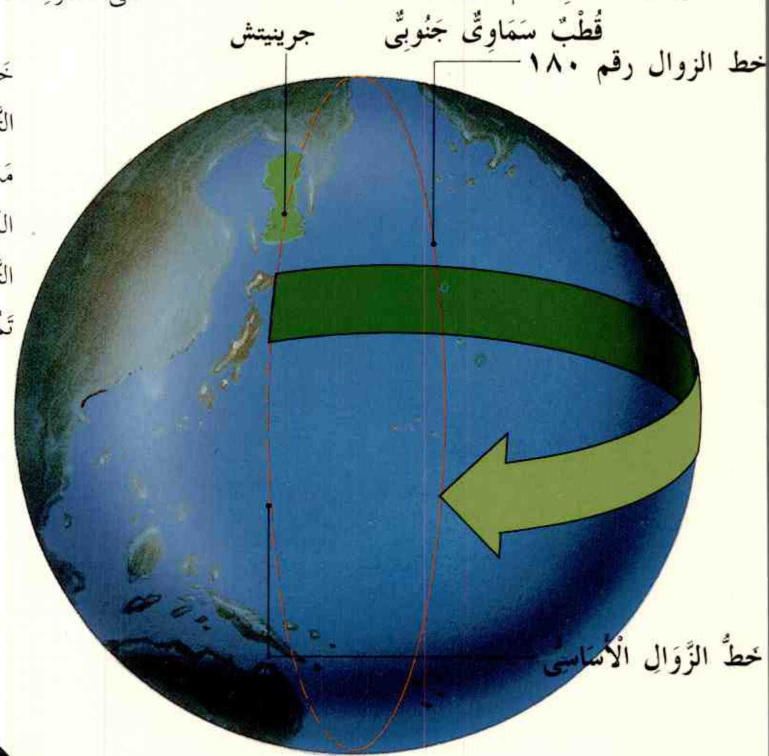




خطُّ الزَّوالِ الْأَساسىُّ ، هُوَ نُقطَةُ الصِّفرِ لخُطُوطِ الطُّولِ ، ويمُرُّ بالمرصَدِ الْمَلَكِيِّ فِى جرِينيتْش (يسار) بالْقُرْبِ مِنْ لَنْدن ، إنجلترا .

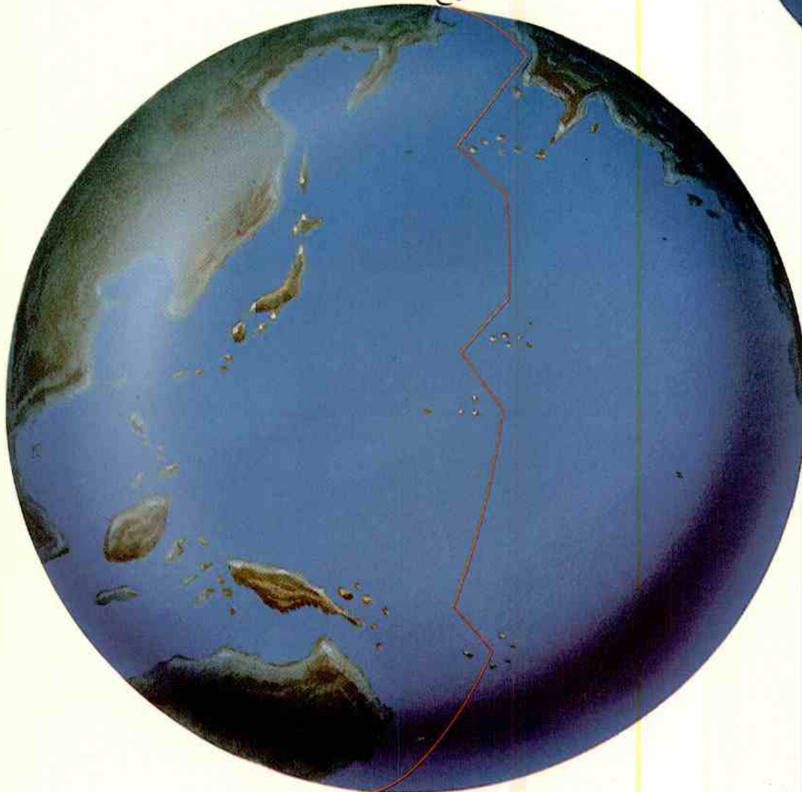


يَتبيَّنُ مِنْ هَذا الرَّسْمِ أنَّ ، الْيَوْمَ هُوَ الْوَقْتُ الَّذِى يَسْتَغْرِقُهُ خَطُّ زَوالٍ مُعيَّنٌ لِيُتِمَّ دَوْرَةً كامِلَةً بالنِّسْبَةِ إلَى إحْداثِىٍّ عَلَى الكُرَةِ السَّماوِيَّةِ .



خطُّ الزَّوالِ رقم ١٨٠ ، هُوَ الْأَساسُ لِخطِّ التَّارِيخِ الدَّوْلِىِّ ، يَمُرُّ فِى مِنطَقَةٍ تَكادُ تَكُونُ غَيْرَ مَسْكُونَةٍ ، هِىَ الْمُحِيطُ الْهادِى . وكَما تَظْهَرُ الكُرَةُ الْأَرْضِيَّةُ الشَّفَّافَةُ (يمين) ، فإنَّ خَطَّ التَّارِيخِ هُوَ جُزْءٌ مِنْ نَفْسِ الدَّائِرَةِ الْعُظْمَى الَّتِى تَمُرُّ بِخطِّ الزَّوالِ الْأَساسِىِّ الْمارِّ بجرينيتش .

يَمُرُّ خَطُّ التَّارِيخِ الدَّوْلِىِّ عَبْرَ مَجْمُوعَاتٍ مِن الْجُزُرِ فِى الْمُحِيطِ الْهادِى ، وقَدْ جَعَلَ مَسارَهُ مُتَعرِّجًا حَوْلَ كُلِّ مَجْمُوعَةٍ مِنْهَا (أسفل) وَذَلِكَ حَتَّى يَكُونَ فِى كُلِّ مَجْمُوعَةٍ ، نَفْسُ الْيَوْمِ مِن الْأُسْبُوعِ .





خطُّ الزَّوالِ رقم ١٨٠ يَخْتَرِقُ جُزُرَ فيجى .

كَيْفَ تُصْنَعُ خَرَائِطُ الْحَاسِبِ الآلِيِّ ؟

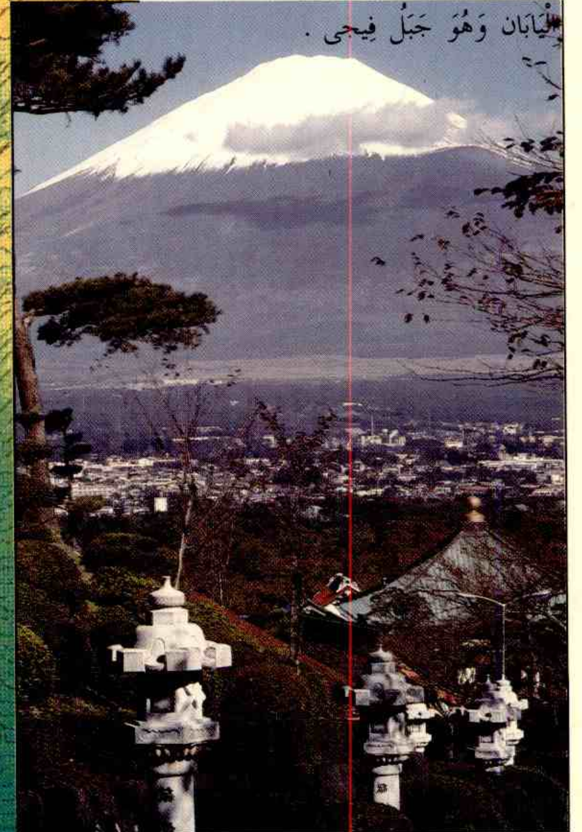
عِلْمُ الْحَاسِبِ الآلِيِّ الْحَدِيثُ أَحْدَثَ ثَوْرَةً فِي الْفَنِّ الْقَدِيمِ لِرَسْمِ الْخَرَائِطِ . فَلَمْ يَعُدْ مِنَ الضَّرُورِي أَنْ تُرْسَمَ بِالْيَدِ كُلُّ تَفَاصِيلِ الْخَرِيطَةِ . وبَدلًا مِنْ ذَلِكَ ، يُغَذَّى الحاسبُ بالبَيَانَاتِ الَّتِي تُجْمَعُ خِلالَ عَمَلِيَّاتِ الْمَسْحِ ، أَوْ تُمْسَحُ الْخَرَائِطُ الْحَالِيَّةُ ضَوْئِيًّا وتُدْخَلُ إِلَى الْحَاسِبِ . ويُمْكِنُ لِبَعْضِ الْحاسِبَاتِ اسْتِقْبَالُ صُوَرٍ رَقْمِيَّةٍ لِلْخَرائِطِ مِن الْأَقْمَارِ الصِّنَاعِيَّةِ مُبَاشَرَةً .

وبِمُجَرَّدِ تَأْسِيسِ قَاعِدَةِ بَيَانَاتٍ لِلْخَرَائِطِ ، فَإِنَّ صَانِعَ الْخَرَائِطِ يُمكِنُهُ مُعَالَجَتُهَا بِطُرُقٍ مُتَمَيِّزَةٍ . فَقَاعِدَةٌ طُبُوغْرَافِيَّةٌ لخريطَةٍ ، مَثَلًا ، قَدْ تَخْدُمُ كَأَسَاسٍ لِصُورَةٍ تُبَيِّنُ غَابَةَ أَمْطَارٍ ، أَو الْمَسَاحَاتِ فَوقَ ارْتِفَاعٍ مُعَيَّنٍ ، أَوْ حَتَّى تَوْزِيعِ الطُّيُورِ الطَّنَّانَةِ .

وَلِرَسَّامِي الْخَرائِطِ مَجَالٌ وَاسِعٌ لِلاخْتِيَارِ أَثْنَاءَ المعَالَجةِ بِالْحاسِبِ ، مِثْلُ مَنَاظِرِ مُونْت فِيجي الْمُوضَّحَةُ هُنَا . ويُمْكِنُ تَحْوِيلُ بَيَانَاتٍ رَقْمِيَّةٍ لِخَرِيطَةٍ ، إِلَى رَسْمٍ عَلَى الْوَرَقِ ، أَوْ إِلَى صُوَرٍ عَلَى ميكْرُوفيلم . وخَرَائِطُ أُخْرَى يُمْكِنُ عَرْضُهَا عَلَى شَاشَاتِ الحَاسِبِ أو التِّلِيفِزْيون ، وبِصِفَةٍ خَاصَّةٍ خَرَائِطُ التَّنَبُّؤِ بِالطَّقْسِ .

الْحَاجَةُ إِلَى الدِّقَّةِ الْبَالِغَةِ

مُونْت فِيجي (أسفل) هُوَ بُرْكَانٌ هَامِدٌ عَلَى جَزِيرَةِ هُنْشُو وَسَطَ الْيَابَانِ ، وَهُوَ يَرْتَفِعُ فَوْقَ السُّهُولِ الْمُحِيطَةِ بِهِ . وعَلَى ارْتِفَاعِ ١٢٣٩٥ قَدَمًا يَقَعُ أَعْلَى جبال الْيَابَانِ وَهُوَ جَبَلُ فِيجي .



٠°

١٥°

٣٠°

٦٠°

مَنَاظِرُ مِنْ زَوَايَا مُخْتَلِفَةٍ

مِنْ أَعْظَمِ مُمَيِّزَاتِ عَمَلِ الْخَرَائِطِ بِالْحَاسِبِ الْآلِيِّ الْقُدْرَةُ عَلَى إِخْرَاجِ مَنَاظِرَ مُخْتَلِفَةٍ لِشَكْلٍ تَضَارِيسِيٍّ مِنْ زَوَايَا مُخْتَلِفَةٍ . وَسِلْسِلَةُ الْجِبَالِ الْمُجَسَّمَةُ ـــ أَعْلَى وَيَسَار ـــ مَثَلًا ، تُبَيِّنُ كَيْفَ تَبْدُو مُونْت فِيجِي بِالنِّسْبَةِ لِطَائِرٍ يَطِيرُ عَلَى زَوَايَا مُخْتَلِفَةٍ مِنَ الْأَ... ٠°، ١٥°، ٣٠°، ...

الْحَاسِبُ الْآلِيُّ وَالشَّكْلُ فِى الْمُسْتَقْبَلِ

يسار ـــ أعلى) خَرِيطَةٌ مُجَسَّمَةٌ سْتَخْدِمُ شِفْرَةَ أَلْوَانٍ لِلتَّضَارِيسِ ، وضِّحُ سَاحِلَ خَلِيجِ سُورُوجَا فى ليابان حَسْبَ تَضَارِيسِهِ الْحَالِيَّةِ ، مَّا (يسار ـــ أسفل) فَهِىَ صُورَتُهُ و ارْتَفَعَ سَطْحُ الْبَحْرِ ٢٠٠ قَدَمٍ . قَدْ بَسَّطَت الحَاسِبَاتُ مِثْلَ هَذِهِ حِسَابَاتِ وَأَنْوَاعًا أُخْرَى مِن تَّوَقُّعِ الطُّبُوغْرَافِى .

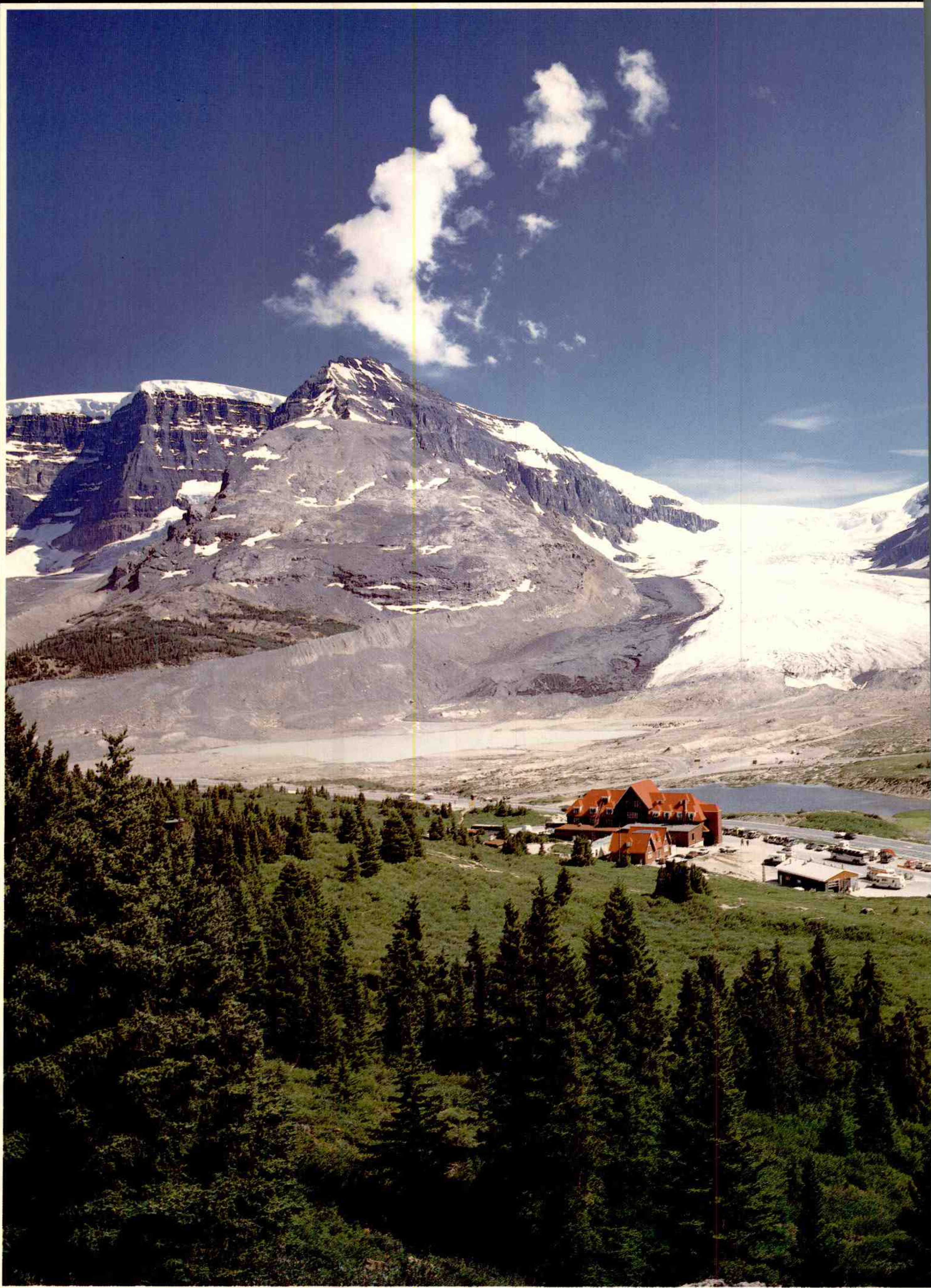
2 قَاطِعَـــاتُ الْحِجَارَةِ الأَرْضِيَّةِ الْجَبَّـارَةُ

تُعْتَبَرُ الأَنْهَارُ وَالثَّلاجَاتُ أَدَوَاتِ نَحْتٍ قَوِيَّةً . وبِاعْتِبَارِهَا وَسِيطًا فِى الدَّوْرَةِ العُظْمَى لِلْمِيَاهِ مِن الْمُحِيطَاتِ إِلَى الْهَوَاءِ إِلَى الأَرْضِ ، وَبِالعَكْسِ ، فَإِنَّهَا تُحَوِّلُ الأَرَاضِى المُحِيطَةَ بِهَا ، فَتُفَتِّتُ الْجِبَالَ إِلَى الْوِدْيَانِ ، وتَجْرُفُ السُّهُولَ إِلَى الْبَحْرِ . وَالْمَاءُ الَّذِى يُعْطِيهَا الطَّاقَةَ لِتُؤَدِّى هَذَا النَّشَاطَ ، يَبْدَأُ كَبُخَارٍ مِن الْمُحِيطَاتِ وَالأَنْهَارِ وَالتُّرْبَةِ وَالنَّبَاتَاتِ . وَيَتَجمَّعُ هَذَا الْبُخَارُ فِى سُحُبٍ ثُمَّ يَتَكَثَّفُ عَلَى شَكْلِ مَطَرٍ أَوْ ثَلْجٍ ، يَسْقُطُ بَعْضُهُ عَلَى الْمُحِيطَاتِ ، أَوْ يَتَبَخَّرُ وَالْبَاقِى يَتجمَّعُ عَلَى الأَرْضِ كَبُحَيْرَاتٍ ، أَوْ يَنَابِيعَ جَوْفِيَّةٍ ، أَوْ غِطَاءَاتٍ جَلِيدِيَّةٍ ، وكُلُّهَا تُؤَدِّى إِلَى تَكْوِينِ مَجَارٍ مَائِيَّةٍ دَقِيقَةٍ تَأْخُذُ مَسَارَهَا إِلَى أَسْفَلِ التِّلالِ ، وتَتجمَّعُ مُكَوِّنَةً الْجَداوِلَ فَالنُّهَيْرَ ثُمَّ النَّهْرَ .

وَالنَّهْرُ الْجَارِى يَجْرُفُ الأَرْضَ مُكَوِّنًا أَخَادِيدَ وَمَجْمُوعَاتٍ أُخْرَى مِنْ عَجَائِبِ الطَّبِيعَةِ . وَتُحْمَلُ قِشْرَةُ التُّرْبَةِ وَصُخُورُ الْقَاعِدَةِ الَّتِى جُرِفَتْ مَع الْمَجْرَى لأَسْفَلَ حَيْثُ تَكُونُ السُّهُولُ الْوَاسِعَةُ حِينَ تَفِيضُ المِيَاهُ عَلَى جَانِبَىِّ النَّهْرِ .

وَفِى الْمَنَاطِقِ شَدِيدَةِ الْبُرُودَةِ حَيْثُ لاتَجْرِى الأَنْهَارُ ، فَإِنَّ الأَرْضَ تُنْحَتُ بِوَاسِطَةِ الْمَاءِ فِى شَكْلِ ثَلاجَاتٍ . وَتَتحرَّكُ هَذِهِ الكُتَلُ الضَّخْمَةُ مِن الثَّلْجِ تَحْتَ تَأْثِيرِ وَزْنِهَا إِلَى أَسْفَلَ بِفِعْلِ الانْحِدَارِ وتَحْفِرُ فَجَوَاتٍ هَائِلَةً تُصْبِحُ فِيمَا بَعْدُ بُحَيْرَاتٍ أَوْ وِدْيَانًا . وتُخَلِّفُ وَرَاءَهَا كُومَاتٍ مِنَ الرُّكَامِ الثَّلْجِىِّ تَبْدُو كَالْجِبَالِ فِى شَكْلِهَا . وسَنَبْحَثُ فِى الْفُصُولِ التَّالِيَةِ ، دِينَامِيكِيَّةَ مَجْرَى الأَنْهَارِ وَالثَّلاجَاتِ ، وَالأَشْكَالَ الأَرْضِيَّةَ النَّاتِجَةَ عَنْ تَشْكِيلِ هَذِهِ الْقُوَى الْهَائِلَةِ لِسَطْحِ الأَرْضِ .

مَرْكَزُ زُوَّارِ حَقْلِ كُولُومبيا الْجليدِىِّ فِى حَدِيقَةِ جَاسْبِر الدَّوْلِيَّةِ ، وَهُوَ ذُو السَّقْفِ الأَحْمَرِ ، يَشْغَلُ الْمَجْرَى السَّابِقَ لِثَلاجَةٍ أَلْبِيَّةٍ فِى أَعَالِى جِبَالِ روكى الْكَنَدِيَّةِ وَهِىَ تَتَرَاجَعُ الآنَ إِلَى أَعْلَى الْوَادِى .



مَا هِىَ الأَشْكَالُ الأَرْضِيَّةُ الَّتِى تُكَوِّنُهَا الأَنْهَارُ؟

يُشكِّلُ النَّهْرُ تكْوِينَاتٍ كَثِيرَةً مُخْتلِفَةً فِى الْأَرَاضِى الَّتِى يَخْتَرِقُهَا ، فبالْقُرْبِ مِنْ مَنْبعِ النَّهْرِ ، فَإِنَّ سُرْعَةَ تَيَّارِ المَنْبعِ تَقْطَعُ الصُّخُورَ مُكَوِّنَةً قَنَوَاتٍ عَمِيقَةً أَوْ أَخَادِيدَ تَتَّسِعُ لِتُكَوِّنَ وِدْيَانًا عَلَى شَكْلِ ٧ (يسار) . القِطَاعُ الْأَوْسَطُ لمَجْرَى النَّهْرِ ، يَقِلُّ انْحِدَارُهُ فَتَقِلُّ السُّرْعَةُ . وَإِذَا انْسَابَ النَّهْرُ فَجْأَةً إِلَى أَحَدِ السُّهُولِ فَإِنَّهُ يَتخَلَّصُ مِنْ حُمُولَتِهِ مِن الرَّوَاسِبِ ، مُكَوِّنًا كُتْلَةً أَرْضِيَّةً عَلَى شَكْلِ مُثَلَّثٍ تُسَمَّى دِلْتَا مِرْوَحِيَّةً . وَعَلَى الْأَرْضِ الْأَكْثَرِ انْبِساطًا ، فَإِنَّ الْمَاءَ الْأَبْطأَ سُرْعَةً يَنْحَتُ ضِفَافَ النَّهْرِ . وَالسُّهُولُ الْفَيْضِيَّةُ عَلَى جَانِبَيِّ النَّهْرِ الَّتِى تَتَكَوَّنُ مِنْ إِرْسَابَاتِ التُّرْبَةِ أَثْنَاءَ الفَيَضَانِ تُحَدِّدُ مَجْرَى النَّهْرِ بَعْدَ ذَلِكَ . وَبِمُرُورِ الْوَقْتِ ، وَمَعَ انْخِفَاضِ قَاعِ النَّهْرِ بِفعْلِ التَّعْرِيَةِ وَتَغَيُّرِ الْمَجْرَى ، فَإِنَّهُ تَتَكَوَّنُ مَصَاطِبُ نَهْرِيَّةٌ عَلَى هَذِهِ السُّهُولِ . وَيَتَّخِذُ النَّهْرُ مَسَارًا مُلْتَوِيًا ، وَقَدْ يَنْثَنِى بِشِدَّةٍ أَحْيَانًا وَيُؤَدِّى إِلَى تَكْوِينِ بُحَيْرَاتٍ مُقْتطَعَةٍ (أسفل ـ يسار) . وَعِنْدَ مَصَبِّ النَّهْرِ ـ فِى بُحَيْرَةٍ أَوْ مُحِيطٍ ـ فَإِنَّ رَوَاسِبَهُ تَتَجَمَّعُ غَالِبًا مُكَوِّنَةً مُسَطَّحًا مِن الْأَرْضِ يُسَمَّى دِلْتَا .

وِدْيَانٌ عَلَى شَكْلِ ٧



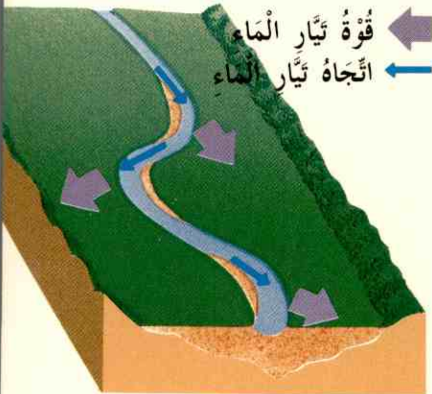
أُخْدُودُ كيروبى فِى الْيَابَانِ عَلى شَكْلِ ٧

مِرْوَحَةٌ فَيْضِيَّةٌ

ضِفَّةُ النَّهْرِ

تَكْوِينَاتٌ أَرْضِيَّةٌ نَحتَتْهَا الْأَنْهَارُ

دِلْتَا



نَهْرٌ يَمُرُّ خِلَالَ سَهْلٍ مُنْبَسِطٍ فِى مَجْرًى شَدِيدِ التَّعَرُّجِ مُكَوِّنًا أَقْوَاسًا تُسَمَّى مُنعطَفَاتٍ نَهْرِيَّةً .



دِلْتَا نَهْرِ أُوتَا فِى الْيَابَانِ (يمين)

تَنْشأُ مَساقِطُ الْمِياهِ عِنْدَما يَنْسابُ نَهْرٌ مِنْ طَبَقةٍ صَخْرِيَّةٍ تَعْلُو طَبَقَةً لَيِّنَةً. وتَعْمَلُ الْمِياهُ عَلَى تآكُلِ الطَّبَقَةِ اللَّيِّنَةِ مُكَوِّنَةً مَسْقَطًا مائِيًّا. وباسْتِمْرارِ تآكُلِ الطَّبَقةِ اللَّيِّنَةِ، تُصْبِحُ الطَّبَقَةُ الصَّخْرِيَّةُ مُعَلَّقَةً، فَتَتَهاوَى، ويَتراجَعُ مَسْقَطُ الْمِياهِ تَدْرِيجيًّا نَحْوَ مَنْبَعِ النَّهْرِ.



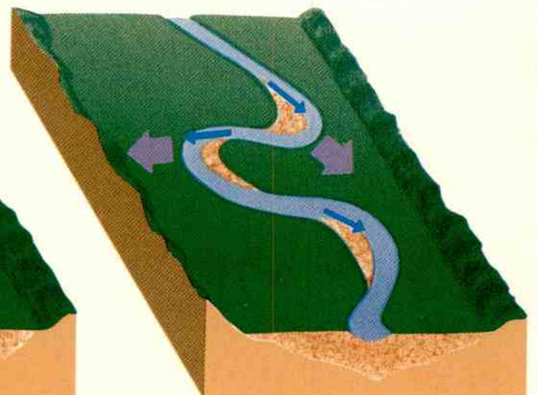


تَراجُعُ مَساقِطِ الْمِياهِ

سَهْلٌ فَيْضِيٌّ

مَصاطِبُ نَهْرِيَّةٌ

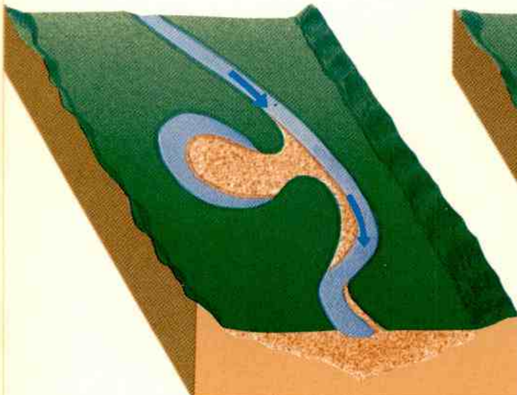
بُحَيْرةٌ مُقْتَطَعَةٌ



وتَزْدادُ الْمُنْعَطَفاتُ النَّهْرِيَّةُ عِنْدَما تَكْسَحُ الْمِياهُ الْأَراضِي عِنْدَ الجَوانِبِ الخارِجِيَّةِ لِلْمُنْعَطَفاتِ.



وخِلالَ آلافِ السَّنَواتِ، قَدْ يَتَقَوَّسُ الْمُنْعَطَفُ النَّهْرِيُّ عَلَى نَفْسِهِ بِشَكْلِ عُقْدَةٍ.



وَتَتَجَمَّعُ الرَّواسِبُ الْحَصَوِيَّةُ عِنْدَ عُنُقِ الْعُقْدَةِ مُكَوِّنَةً بُحَيْرةً مُقْتَطَعَةً مُسْتَقِلَّةً.

كَيْفَ تَتَكَوَّنُ السُّهُولُ ؟

السُّهُولُ الْحَالِيَّةُ رُبَّما كانَتْ يَوْمًا ما سَلاسِلَ جَبَلِيَّةً أَوْ وِدْيَانًا أَوْ قِيعَانَ بِحَارٍ مَغْمُورَةً بِالْمِيَاهِ . والسُّهُولُ الَّتِي أَصْبَحَتْ مُنْبَسِطَةً بالتَّجْوِيَةِ وَفِعْلِ النَّهْرِ ، تُسَمَّى سُهُولَ تَعْرِيَةٍ . أَمَّا السُّهُولُ الَّتِي تَكَوَّنَتْ مِنْ إِرْسَابَاتِ الأَنْهَارِ ، فَتُسَمَّى سُهُولًا رُسُوبِيَّةً . وَسُهُولُ التَّعْرِيَةِ هِي الأَكْثَرُ شُيُوعًا . وسُهُولُ التَّعْرِيَةِ الَّتِي تخَلَّصَتْ مِن الطَّبَقَاتِ الصَّخْرِيَّةِ الْقَدِيمَةِ ، تُسَمَّى سُهُولًا تَرْكِيبِيَّةً . أَمَّا السُّهُولُ النَّحَاتِيَّةُ وَهِي السُّهُولُ الَّتِي تَكَوَّنَت مِنْ أَشْكَالِ الأَرْضِ الوَعِرَةِ الَّتِي سُوِّيَتْ ، فَتَظْهَرُ وَسْطَ التِّلالِ الْمُنْخَفِضَةِ فِي الْمَنَاطِقِ الْجَبَلِيَّةِ سَابِقًا .

وَالسُّهُولُ الرُّسُوبِيَّةُ ــ الأَقَلُّ انْتِشَارًا ــ تُنْتَجُ حِينَ يَقْتَلِعُ النَّهْرُ الصُّخُورَ فِي مَجْرَاهُ ، ثُمَّ يُرَسِّبُ الْحُطَامُ قُرْبَ مَصَبِّ النَّهْرِ . وتَفِيضُ مِيَاهُ النَّهْرِ دَوْرِيًّا عَلَى ضِفَافِهِ ، عَلَى طُولِ مَجْرَاهُ الْمُنْخَفِضِ حَيْثُ تَقِلُّ سُرْعَتُهُ ، ويُكَوِّنُ حَوَاجِزَ رَمْلِيَّةً ثُمَّ سُهُولًا فَيْضِيَّةً . وَالمِرْوَحَةُ الْفَيْضِيَّةُ وَالدِّلْتَا هُمَا نَوْعَانِ مِن السُّهُولِ الرُّسُوبِيَّةِ الَّتِي تَتَكَوَّنُ عِنْدَمَا يُلْقِى النَّهْرُ الْحُطَامَ عِنْدَ قَاعِدَةِ جَبَلٍ أَوْ مَصَبِّ النَّهْرِ نَفْسِهِ (ص ٣٠ ــ ٣٣) . وَالرَّسْمُ أَسْفَل ، يُوَضِّحُ أَنَّ السُّهُولَ السَّاحِلِيَّةَ تَعْكِسُ النَّوْعَيْنِ ، سُهُولَ التَّعْرِيَةِ وَالإِرْسَاب .

خليج تشيسابيك

خليج ديلاوار

لونج أيلاند

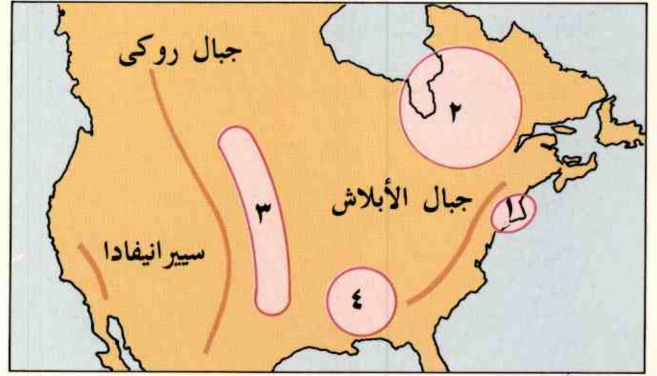
المحيط الأطلسى



السُّهُولُ الْعُظْمَى الَّتِي تَعَرَّضَت للتَّعْرِيَةِ تَمْتَدُّ مِنْ كندا إِلَى تكساس . وَتَمْتَدُّ حَتَّى ٤٠٠ مِيلٍ شَرْقَ جِبَالِ رُوكِى .



الْفُرُوعُ الجَنُوبِيَّةُ لِنَهْرِ الميسيسبى (أعلى) يُحِيطُهَا سُهُولٌ فَيضِيَّةٌ خِصْبَةٌ قَدْ يَبْلُغُ اتِّسَاعُهَا ٥٠ ميلا .



سُهُولُ أَمْرِيكَا الشَّمَالِيَّةِ

تَنْتَشِرُ السُّهُولُ فِى أَمْرِيكَا الشَّمَالِيَّةِ . وأَهَمُّهَا ، السُّهُولُ السَّاحِلِيَّةُ الْأَطْلَسِيَّةُ (١) ، سهُولُ التَّعْرِيَةِ مِثْلُ هَضْبَةِ لُورِنْسيَا (٢) ، والسُّهُولُ الْعُظْمَى (٣) ، وَالسُّهُولُ الرُّسُوبيَّةُ فِى وَادِى نَهْرِ الميسِيسِبِّى (٤) .



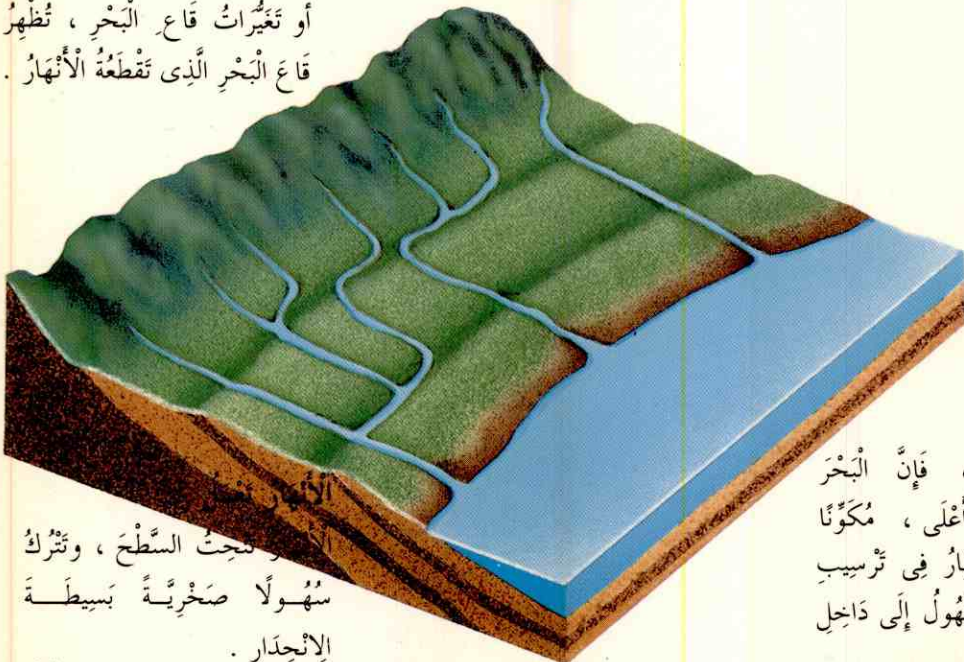
هَضْبَةٌ قَدِيمَةٌ

تُحِيطُ هَضْبَةُ لُورْنشيا بخَلِيج هِدْسُون فِى كَنَدا ، وهِىَ تَتَكَوَّنُ مِنْ صُخُورٍ عُمْرُهَا حوالى ٣,٨ بليون سَنَةٍ . وَقَدْ سَوَّتْ عَوامِلُ التَّعْرِيَةِ هَذِهِ الْمِنْطَقَةَ الَّتِى كَانَتْ جَبَلِيَّةً ويصِلُ ارْتِفاعُهَا الآن إلى ١٦٠٠ قَدَمٍ .



ظُهُورُ قَاعِ الْبَحْرِ

ارْتِفَاعُ الْقِشْرَةِ الْأَرْضِيَّةِ أو تَغَيُّراتُ قَاعِ الْبَحْرِ ، تُظْهِرُ قَاعَ الْبَحْرِ الَّذِى تَقْطَعُهُ الْأَنْهَارُ .



الأنهار تنحت

الأنهار تنحِتُ السَّطْحَ ، وتَتْرُكُ سُهُولًا صَخْرِيَّةً بَسِيطَةَ الِانْحِدَارِ .



النَّحْتُ بِالْمِيَاهِ :

وعِنْدَمَا يَرْتَفِعُ مُسْتَوى الْبَحْرِ ، فَإِنَّ الْبَحْرَ يَدْفَعُ المَجَارى النَّهْرِيَّةَ إِلَى أَعْلَى ، مُكَوِّنًا مَرَافِئَ داخلية وتَسْتَمِرُّ الْأَنهارُ فِى تَرْسِيبِ مَابِهَا مِن المُفَتِّتَاتِ ، فَتَمْتَدُّ السُّهُولُ إِلَى دَاخِلِ الْبَحْرِ .

مَا هِىَ الْمِرْوَحَةُ الفيْضِيَّةُ ؟

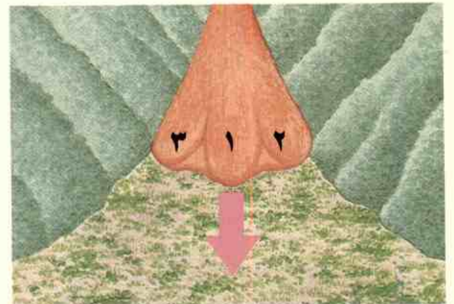
بِنَاءُ رَأْسِ الْمِرْوَحَةِ

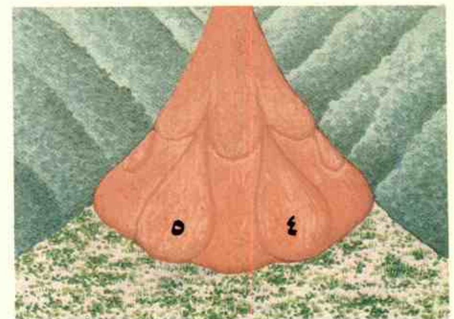
تَبْدَأُ الرَّوَاسِبُ (أخضر قاتم) فِى التَّجمُّعِ حَيْثُ يُبْطِئُ النَّهْرُ عِنْدَ وُصُولِهِ إِلَى السَّهْلِ .

تَكَوُّنُ الْمِرْوَحَةِ الْفَيْضِيَّةِ وَنُمُوُّهَا

الْمَجْرَى أَسْفَل التَّلِّ

تَكْرَارُ تَرَسُّبِ الرَّمْلِ وَالْحَصى (١ ، ٢ ، ٣) يَجْعَلُ النَّهْرَ يُوَسِّعُ مَجْرَاهُ . وَتَتَجمَّعُ أَلْسِنَةٌ جَدِيدَةٌ مِن الرَّوَاسِبِ (٤ ، ٥) أَسْفَلَ الرَّوَاسِبِ الْقَدِيمَةِ .





عِنْدَمَا يَتَدَفَّقُ النَّهْرُ مِنْ جَبَلٍ إِلَى سَهْلٍ ، فَإِنَّ سُرْعَةَ تَيَّارِهِ تَقِلُّ بِوُضُوحٍ . وَلَا يَسْتَطِيعُ الْمَاءُ الْبَطِيءُ أَنْ يَحْمِلَ الْكَثِيرَ مِنَ الرَّمْلِ وَالْحَصَى ، ولِهَذَا فَإِنَّهُ يُرَسِّبُ حُمُولَتَهُ مِنَ الرَّوَاسِبِ عِنْدَ سَفْحِ الْجَبَلِ . وَيَنْتُجُ عَنْ هَذَا — مَعَ مُضِيِّ الْوَقْتِ — تَكَوُّنُ قِطْعَةٍ مِنَ الْأَرْضِ نِصْفِ دَائِرِيَّةٍ وَمِرْوَحِيَّةِ الشَّكْلِ تُسَمَّى مِرْوَحَةً فَيْضِيَّةً . وَتُسَمَّى أَعْلَاهَا رَأْسَ الْمِرْوَحَةِ ، وَوَسَطُهَا مُنْتَصَفَ الْمِرْوَحَةِ ، وَقَاعِدَتُهَا مُقَدِّمَةَ الْمِرْوَحَةِ .

فَتْحُ الْمِرْوَحَةِ

تَرَاكُمُ الرَّوَاسِبِ يَرْفَعُ قَاعَ النَّهْرِ ، فَيَفِيضُ النَّهْرُ عَلَى ضِفَافِهِ . وَتُرَسِّبُ مِيَاهُ الفَيضَانِ أَقْوَاسًا مِنَ الْمُفَتَّتَاتِ ، فَيُغَيِّرُ النَّهْرُ مَجْرَاهُ .

وَبَيْنَمَا يَبْنِى الحُطَامُ والمُفَتَّتَاتُ رَأْسَ الْمِرْوَحَةِ ، فَإِنَّ قَاعَ النَّهْرِ يَرْتَفِعُ حَتَّى يَفِيضَ الْمَاءُ عَلَى ضِفَافِهِ ، وَيَغْمُرُ الْمِرْوَحَةَ . وَمِيَاهُ الْفَيضَانِ الْمُتَمَوِّجَةُ تُلْقِى الرَّوَاسِبَ بَعْدَ الْمُقَدِّمَةِ ، فَتَسْتَطِيلُ الْمِرْوَحَةُ وَتَتَّسِعُ مُكَوِّنَةً مَجَارِىَ جَدِيدَةً لِمَاءِ النَّهْرِ . وَيَتَكَرَّرُ مَا سَبَقَ حَتَّى تُصْبِحَ الرَّوَاسِبُ الرَّمْلِيَّةُ وَالحَصَوِيَّةُ قَادِرَةً عَلَى امْتِصَاصِ النَّهْرِ ، فَيَجْرِى النَّهْرُ تَحْتَ سَطْحِ الْأَرْضِ مِنْ رَأْسِ الْمِرْوَحَةِ إِلَى مُقَدِّمَتِهَا ، وَيُصْبِحُ النَّهْرُ رَافِدًا جَوْفِيًّا . (وَيُسَمَّى المجرى النهرى الجاف بِاسْمِ الْوَادِى) . وَعِنْدَ طَرَفِ الْمِرْوَحَةِ ، حَيْثُ تَكُونُ الرَّوَاسِبُ أَقَلَّ ، فَإِنَّ هَذَا المجرى يَنْدَفِعُ فَوقَ الْأَرْضِ عَلَى شَكْلِ يَنْبُوعٍ (عين) . وَهَذِهِ الْعُيُونُ هِىَ مَصَادِرُ رَئِيسِيَّةٌ لِلْمَاءِ فِى الْمَنَاطِقِ الصَّحْرَاوِيَّةِ الْجَبَلِيَّةِ ، حَيْثُ سَاعَدَت المَرَاوِحُ الْفَيْضِيَّةُ عَلَى اسْتِيطَانِ الْبَشَرِ مُنْذُ عُصُورِ مَا قَبْلَ التَّارِيخِ .

مَجْرًى تَحْتَ الْأَرْضِ

تَكْرَارُ التَّرْسِيبِ وَالفَيَضَانِ يُوَسِّعُ وَيُعَمِّقُ الْمِرْوَحَةَ الْغِرْيَنِيَّةَ . وَعِنْدَ رَأْسِ الْمِرْوَحَةِ ، يَجْرِى النَّهْرُ تَحْتَ طَبَقَاتِ الرَّمْلِ وَالْحَصَى مُكَوِّنًا نَهْرًا جَوْفِيًّا ، قَدْ يَظْهَرُ أَخِيرًا عَلَى شَكْلِ يَنْبُوعٍ عِنْدَ مُقَدِّمَةِ الْمِرْوَحَةِ .



مِرْوَحَةٌ فَيْضِيَّةٌ فِى الْيَابَانِ

مَا هِىَ الْقُوَى الَّتِى تُشَكِّلُ الدِّلْتَا ؟

تَتَجَمَّعُ الرَّوَاسِبُ عِنْدَ المَصَبِّ

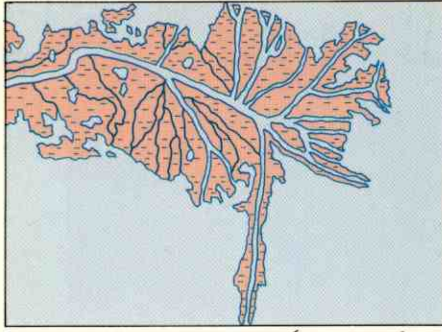
يَشُقُّ تَيَّارُ الْمَاءِ الرَّوَاسِبَ

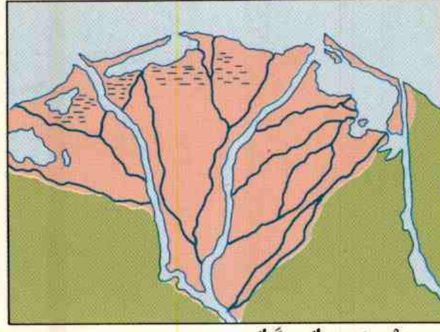
نُمُوُّ الدِّلْتَا

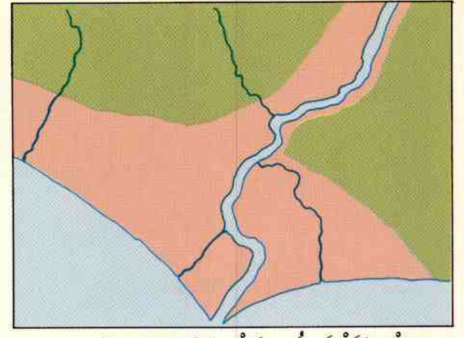
مُعْظَمُ الصُّخُورِ وَالتُّرْبَةِ الَّتِى يَجْرِفُهَا النَّهْرُ مَعَهُ فِى مَسَارِهِ الطَّوِيلِ ، تَتَرَسَّبُ كَسُهُولٍ مُنْخَفِضَةٍ عِنْدَ مَصَبِّ النَّهْرِ . وَلأَنَّ هَذِهِ السُّهُولَ مُثَلَّثَةُ الشَّكْلِ تُشْبِهُ الْحَرْفَ اليونانى (Y) دِلْتَا ، فَتُسَمَّى بِاسْمِهِ ، وَيَتَوَقَّفُ تَكَوُّنُهَا عَلَى تَفَاعُلِ تَيَّارَاتِ النَّهْرِ وَالْمُحِيطِ .

وَعِنْدَمَا يَدْخُلُ النَّهْرُ مِسَاحَةٌ كَبِيرَةٌ سَاكِنَةٌ مِن الْمَاءِ ، فَإِنَّ تَيَّارَهُ يُبْطِئُ لِدَرَجَةٍ كَبِيرَةٍ ، فَتَتَرَسَّبُ مُعْظَمُ رَوَاسِبِهِ عِنْدَ مَصَبِّ النَّهْرِ ، وَتَسُدُّ مَجْرَاهُ . فَيَشُقُّ النَّهْرُ طَرِيقَهُ وَسَطَهَا ، مُكَوِّنًا مَجَارِىَ جَدِيدَةً . وَيَبْنِى كُلُّ مَجْرًى أَرْضَهُ الْخَاصَّةَ بِهِ فَتَتَكَوَّنُ دِلْتَا عَرِيضَةٌ .

وَرَغْمَ أَنَّ مُعْظَمَ الدِّلْتَاوَاتِ تَتَكَوَّنُ مِنْ طَبَقَاتٍ دَاخِلِيَّةٍ (أسفل ، يسار) ، إِلَّا أَنَّ شَكْلَهَا الْخَارِجِىَّ يَخْتَلِفُ طِبْقًا لِمَنَاسِيبِ قَاعِ الْمُحِيطِ ، وَكَمِّيَّةِ الرَّوَاسِبِ الَّتِى تَرَسَّبَتْ ، وَفِعْلِ أَمْوَاجِ الْمُحِيطِ . فَدِلْتَا قَدَمِ الطَّائِرِ تَتَكَوَّنُ عِنْدَمَا يَخْتَرِقُ تَيَّارٌ سَرِيعٌ لِلنَّهْرِ مِيَاهًا هَادِئَةً ، فَيُرَسِّبُ حُمُولَتَهُ مِن الرَّوَاسِبِ عَلَى شَكْلِ أَصَابِعَ مِن الرِّمَالِ . أَمَّا عِنْدَمَا يُوَاجِهُ نَهْرٌ بَطِىءٌ ، تَيَّارَاتِ مَدٍّ أَوْ بَحْرِيَّةً قَوِيَّةً ، فَإِنَّ رَوَاسِبَهُ يُعَادُ تَوْزِيعُهَا عَلَى مُقَدِّمَةٍ عَرِيضَةٍ ، وَيُكَوِّنُ دِلْتَا قَوْسِيَّةً أَوْ دِلْتَا مُدَبَّبَةً .


دِلْتَا قَدَمِ الطَّائِرِ تَنْتَشِرُ عِنْدَ مَصَبِّ نَهْرِ الْمِيسِيسِبِّى .


دِلْتَا قَوْسِيَّةٌ مُثَلَّثَةٌ تُمَيِّزُ مَصَبَّ نَهْرِ النِّيلِ فِى الْبَحْرِ الْمُتَوَسِّطِ .

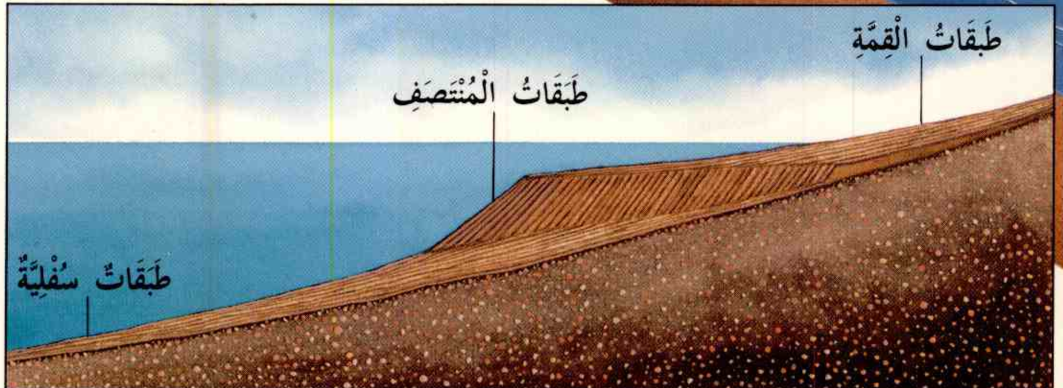

دِلْتَا مُفَلْطَحَةُ الشَّكْلِ تُتَوِّجُ نَهْرَ التِّيبِرِ فِى إِيطَالْيَا .

رَوَاسِبُ جَدِيدَةٌ تُوَسِّعُ الدِّلْتَا .

اَلدِّلْتَا تُكَوِّنُ سُهُولًا مُنْخَفِضَةً .

رِحْلَةُ الرَّوَاسِبِ

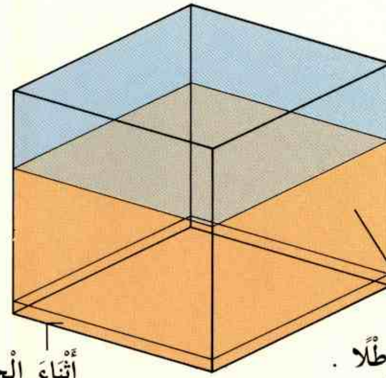
تَحْدُثُ عَمَلِيَّةُ فَرْزٍ طَبِيعِيَّةٌ ، يَنْتُجُ عَنْهَا الْمُدَرَّجُ الثُّلَاثِىُّ لِمُعْظَمِ الدِّلْتَاوَاتِ . فَيَتَرَسَّبُ الرَّمْلُ الْخَشِنُ وَالْحَصَى أَوَّلًا مُكَوِّنًا طَبَقَاتِ الْقِمَّةِ مِثْلَ الْقَلَنْسُوَةِ . ثُمَّ يَتَرَسَّبُ الرَّمْلُ الْأَقَلُّ خُشُونَةً فِى الْوَسَطِ لِيُكَوِّنَ طَبَقَاتِ الْمُنْتَصَفِ أَمَّا الطِّينُ الْخَفِيفُ فَيَنْجَرِفُ إِلَى الْبَحْرِ ، لِيَرْسُبَ مُكَوِّنًا الطَّبَقَاتِ السُّفْلِيَّةَ .



لِمَاذَا يُغَيِّرُ النَّهْرُ الأَصْفَرُ مجْراه ؟

فِى عَام ١٨٨٧ حطَّمَ النَّهْرُ الْأَصْفَرُ (هوانج هو) فِى الصِّين سِلْسِلَةً مِن الْحواجِزِ بِالْقُرْبِ مِنْ كِيفنج وأَغْرَقَ ١٤٠٠٠ مِيْلٍ مُرَبَّعٍ مِن الْأَرْضِ ، ومِلْيُونًا مِن الْبَشرِ . وَغيّرَ النَّهْرُ الْهَائِجُ مَجْرَاهُ ، وكَوَّنَ مَجْرًى جدِيدًا إِلَى الْبَحْرِ الْأَصْفَرِ ، عَلى بُعْدِ ٤٠٠ مَيْلٍ .

وَفِى خِلَالِ الـ ٢٥٠٠ سَنَةٍ الْأَخِيرَةِ ، كَرَّرَ النَّهْرُ الْأَصْفَرُ هَذَا التَّغْيِيرَ الْمَأْسَاوِىَّ لِمَجْرَاهُ ثَمانِى مَرَّاتٍ أَوْ أَكْثَرَ . وَفِى طَرِيقِهِ جَنُوبَ بَاوْتُو ، فَإِنَّ هَذَا النَّهْرَ ذَا طُولِ ٣٠٠٠ مِيْلٍ ، يَجْرِى خِلَالَ هَضْبَةِ اللويس ، وَهُوَ سَهْلٌ مِن اللويس — الطَّمْىِ الْأَصْفَرِ الْمَمْزُوجِ بِالصَّلْصَالِ — وَعَلَى مَدَارِ الْقُرُونِ ، فَإِنَّ الْأَمْطَارَ الْغَزِيرَةَ أَحْدَثَتْ فَيَضَانَاتٍ عَلَى هَذَا السَّهْلِ ، وأَزَاحَتِ اللُّويس إِلَى النَّهْرِ ، وَلِذَلِكَ سُمِّىَ بِالْأَصْفَرِ . كَمَا رَفَعَتْ مُسْتَوَى قَاعِ النَّهْرِ . وَبُنِيَتْ حَوَائِطُ حَاجِزَةٌ تَمْنَعُ النَّهْرَ الْمُنْدَفِعَ مِن اكْتِسَاحِ ضِفَافِهِ ، ولكِنَّهَا عَمِلَتْ عَلَى زِيَادَةِ مُعَدَّلِ تَرَسُّبِ الصَّلْصَالِ الْغَنِىِّ عَلَى قَاعِ النَّهْرِ . وَعِنْدَمَا تَتَعَرَّضُ الْحَوائِطُ لِلانْهِيَارِ ، تَحْدُثُ الْفيضَانَاتُ الْمُخَرِّبَةُ ، وَيُصْبِحُ النَّهْرُ حُرًّا فِى شَقِّ مَجْرًى جَدِيدٍ فى الرِّيفِ . وَالْيَوْمَ يَجْرِى النَّهْرُ الْأَصْفَرُ فِى مَجْرًى صِنَاعِىٍّ شَقَّهُ الْإِنْسَانُ ، لِيَمْنَعَ مِثْلَ هَذِهِ الْكَوَارِثِ .



الصُّنْـــدُوقُ (يسار) يُوضِّحُ كَمِّيَّةَ الرَّوَاسِبِ فى ٣٥ قَدَمًا مُكَعَّبًا مِنْ مِيَاهِ النَّهْرِ الْأَصْفَرِ .

أَثْنَاءَ الْفَيَضَانِ : ١٤٣٥ رِطْلًا .

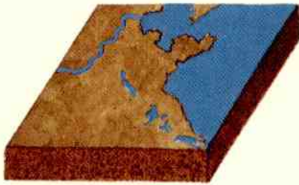
أَثْنَاءَ الْجرَيَانِ الْعَادِىِّ : ٨٣ رِطْلًا .

تَعَرُّجَاتُ النَّهرِ عَبْرَ الْأَرْضِ الصَّفْرَاء .



يَكْشِطُ النَّهْرُ الْأَصْفَرُ كَمِّيَّاتٍ كَبِيرَةً مِن الطَّمْىِ الْأَصْفَرِ مِن هَضْبَةِ اللويس .

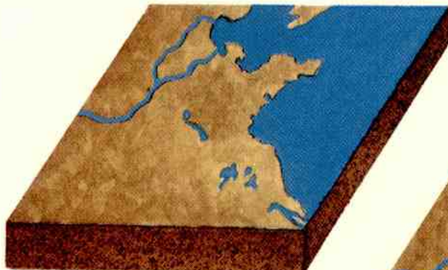
تَغْيِيرُ الْمَجْرَى خِلَالَ ٢٥٠٠ عَامٍ



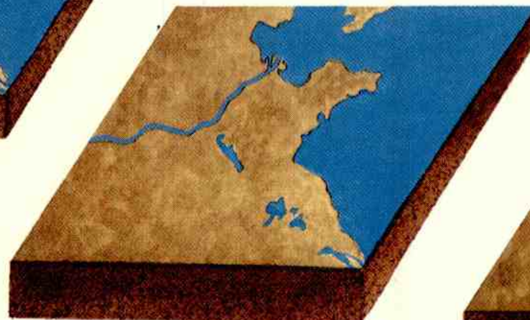
من ٦٠٢ ق . م إلى ١١م



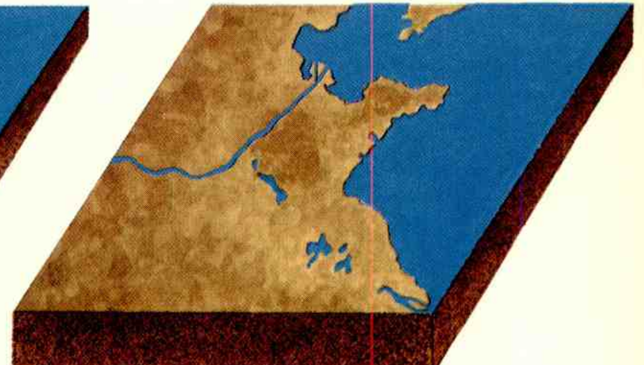
من ١١م إلى عام ١٠٤٨



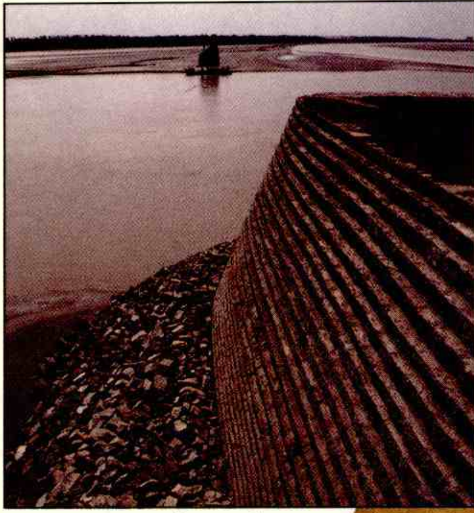
من عام ١٠٤٨ إلى ١١٩٤



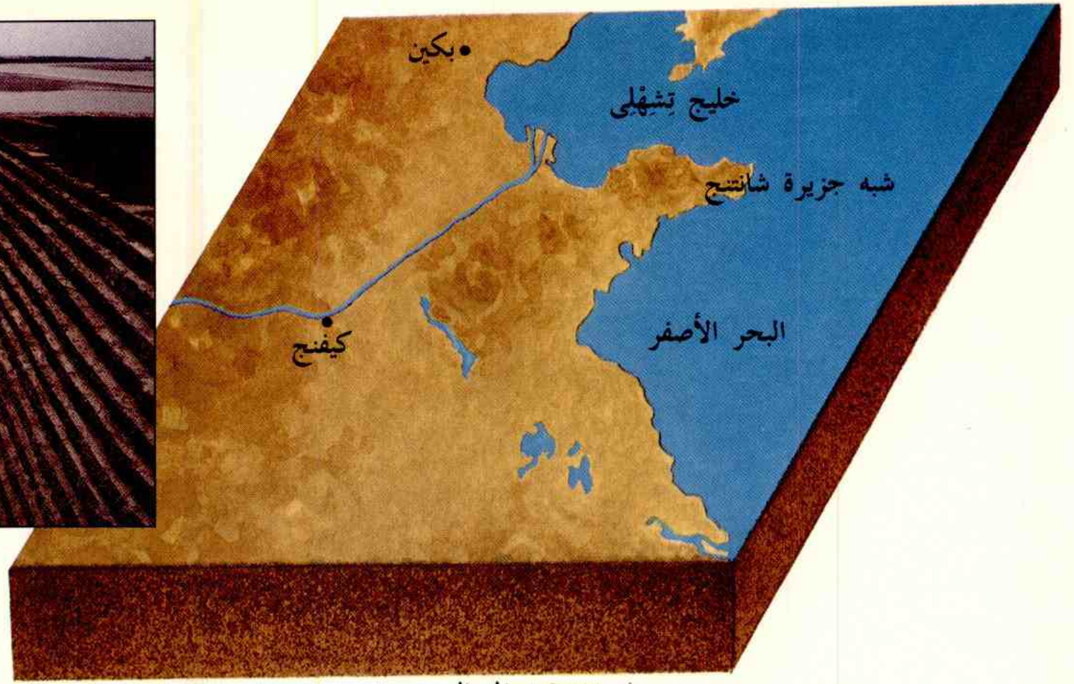
من عام ١١٩٤ إلى ١٢٨٨



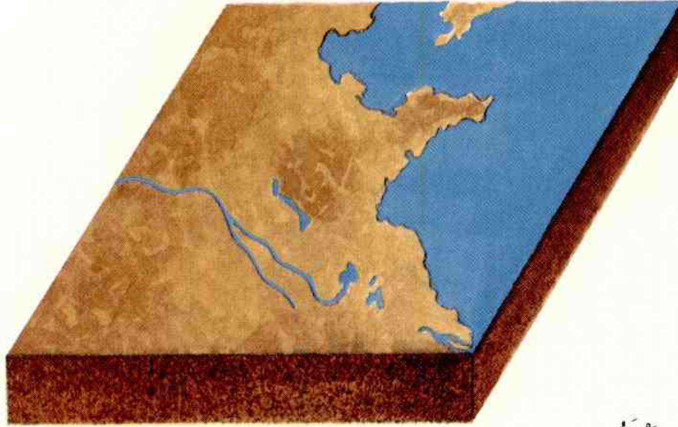
من عام ١٢٨٨ إلى ١٨٨٧



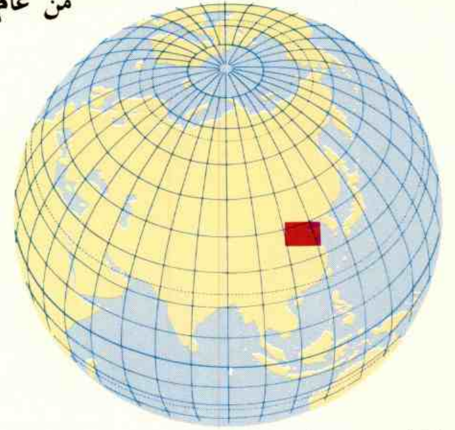
مِثْلُ هَذِهِ الْحَواجِزِ تَمْنَعُ النَّهْرَ الْأَصْفَرَ مِن الْفَيضَانِ .

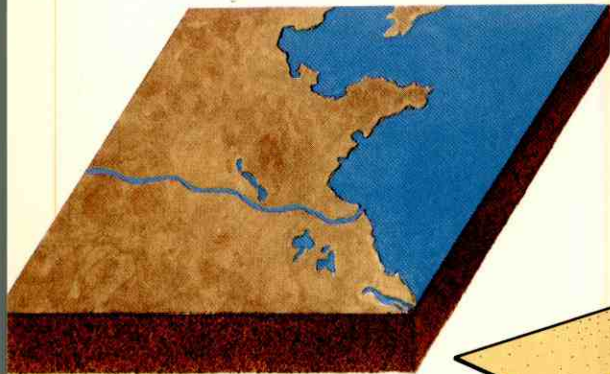


من عام ١٩٤٧ إلى اليوم



من عام ١٩٣٨ إلى ١٩٤٧

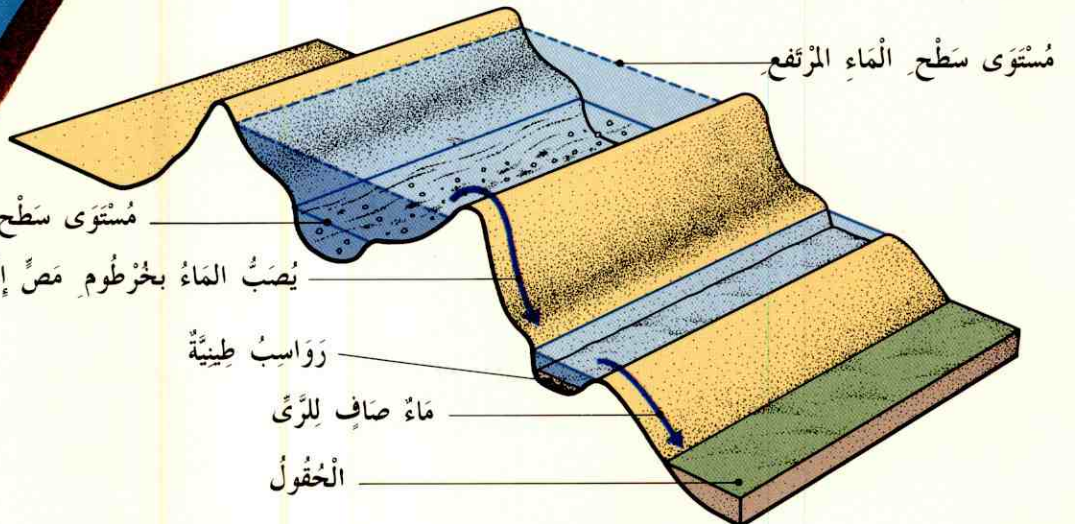




من عام ٨٨٧ إلى ١٩٣٨

اَلرَّىُّ بِمَاءِ النَّهْرِ

التَّرسِيبُ المتَواصِلُ لِلطَّمْيِ والرَّمْلِ عَلَى قَاعِ النَّهْرِ ، يَرْفَعُ مُسْتَوَى مَاءِ النَّهْرِ فَوْقَ مُسْتَوَى السُّهُولِ الْمُحِيطَةِ بِهِ . وَيَرْوِى الْفَلَّاحُونَ الصِّينِيُّونَ حُقُولَهُمُ الْيَوْمَ ، بِصَبِّ مَاءِ النَّهْرِ فِى مَسِيلٍ مُتَوَازٍ (أسفل) حَيْثُ تَتَرسَّبُ فِيهِ الرَّوَاسِبُ وَتُحْجَزُ دَاخِلَهُ . وَيَمُرُّ المَاءُ الصَّافِى مِن المَسِيلِ إِلَى قَنَوَاتٍ مُوَصِّلَةٍ لِلْحُقُولِ .

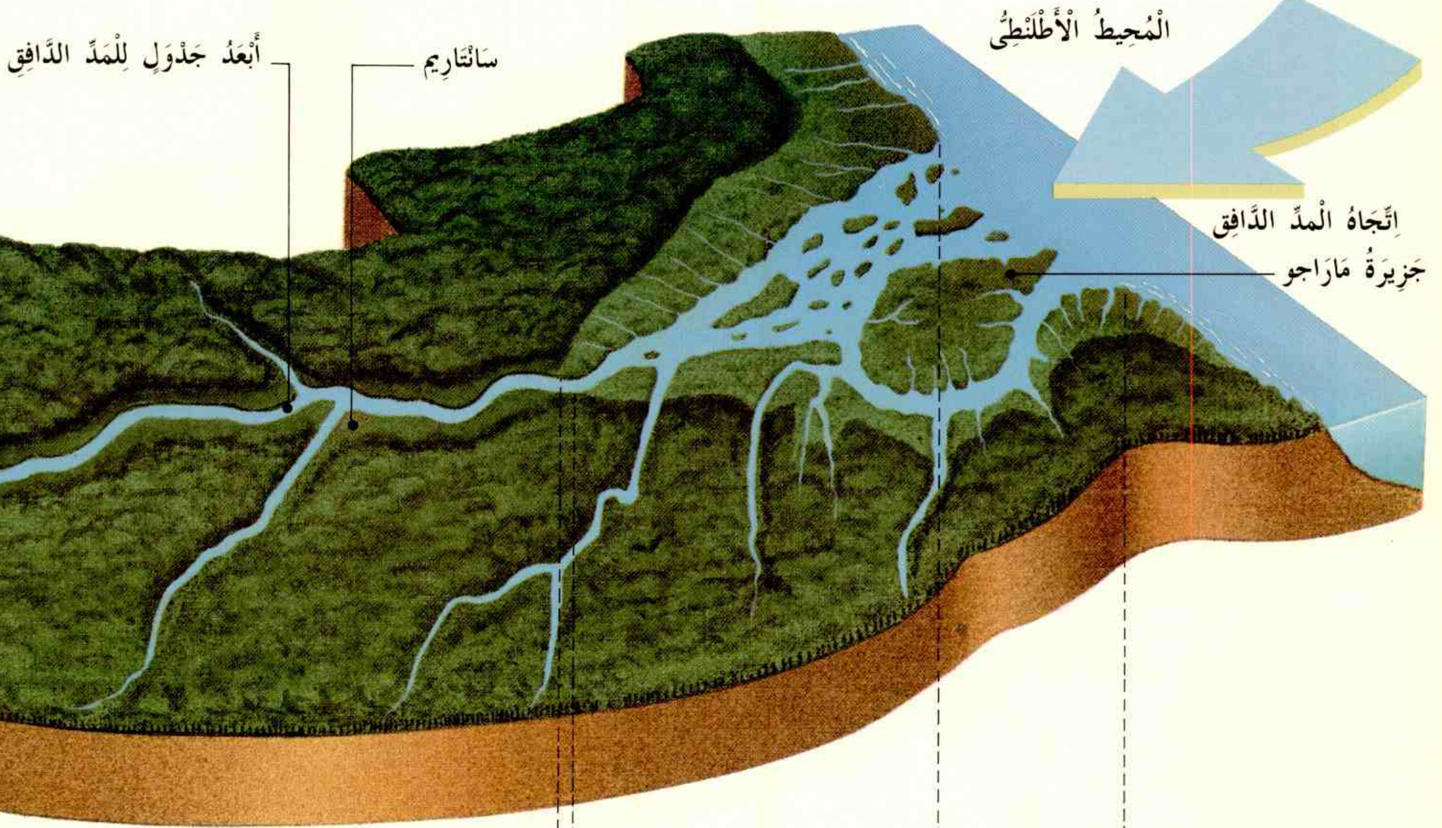


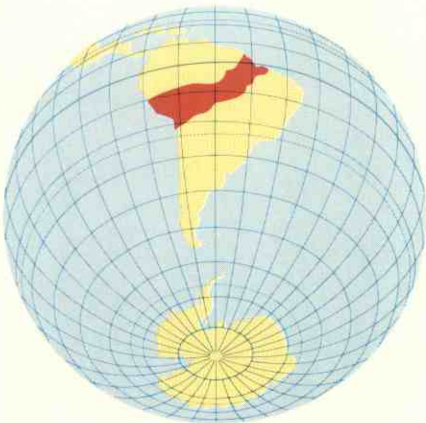
هَلْ يُمْكِنُ أَنْ تَنْسَابَ الأَنْهَارُ إِلَى الْخَلْفِ؟

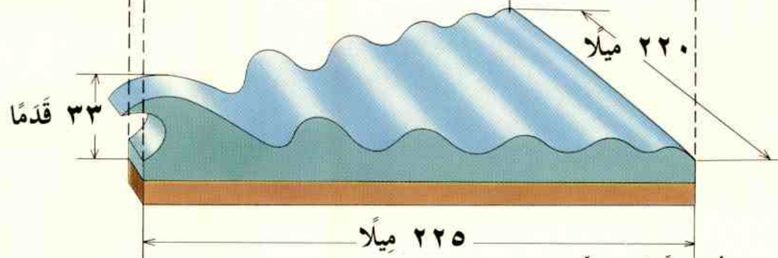
يَبْدَأُ نَهْرُ الْأَمَازُون كَيَنْبُوعٍ عَالٍ فِى جِبَالِ الْأَنْدِيز فى بِيرُوفيان (أسفل) ، وَيَجْمَعُ مِيَاهَ أكثر من أَلْف رَافِدٍ فِى رِحْلتِهِ شَرْقًا مُخْتَرِقًا أَمْرِيكَا الجَنُوبِيَّةَ . وَيَجْرِى فِى هَذَا النَّهْرِ خُمْسُ مِيَاهِ أَنْهَارِ الْعَالَمِ ، وَيُصَرِّفُ مياه ٢,٣ مليون مِيل مُرَبَّعٍ مِن الْأَرْضِ ، وَيَصُبُّ مِيَاهَهُ فِى الْمُحِيطِ الْأَطْلَسِىِّ بِمُعَدَّلِ ٨٠ مليون جَالُونٍ فِى الثَّانِيَةِ .

ورَغْمَ حَجْمِهِ الْهَائِلِ ، فَإِنَّ نَهْرَ الْأَمَازُون بَطِىءُ التَّيَّارِ فِى مَجْرَاهُ الْأَوْسَطِ والأدنى ، حَيْثُ يَزْدَادُ مَيْلُ مجراه بِمقْدَارِ $\frac{1}{8}$ بوصةٍ فِى المَيْلِ . وهَذَا الْقَاعُ الْمُسْتَوِى مَعَ الْمَصَبِّ الْوَاسِعِ لِلنَّهْرِ ، يُعَرِّضُ الْأَمَازُونَ لِلتَّدفُّقِ الدَّوْرِىّ لِمَدِّ الْمُحِيطِ . وتَحْتَ تَأْثِيرِ عَوَامِل فلكِيَّةٍ مُعَيَّنَةٍ (يمين) ، فَإِنَّ الْمَدَّ الْعَالِى يَتَغَلَّبُ عَلَى تَيَّارِ النَّهْرِ ، وَيَنْدَفِعُ إِلَى دَاخِلِ الْأَرْضِ أَحْيَانًا ، فَيَعْكِسُ تَيَّارَ النَّهْرِ نَحْوَ مَجْرَاهُ الْأَعْلَى لمسافَةِ ٥٠٠ مَيْلٍ تَقْرِيبًا ، وَيُسَمَّى الْمَدَّ الدَّافِقَ .

وهَذَا الْمَدُّ الدَّافِقُ يُعْطِى لِجَدَاوِلِ النَّهْرِ حَوَالَى ١٠٠٠٠ طِنٍّ مِن الْمَاءِ لِتَتحرَّكَ بِحُرِّيَّةٍ فِى الِاتِّجَاهِ الْمُضَادِّ مِن السَّاحِلِ إِلَى الدَّاخِلِ حتى مَنَاوُس ، فِى وَسَطِ الْبَرَازِيلِ ، الَّتِى تَبْعُدُ ٩٠٠ مَيلٍ عَنِ الْمُحِيطِ .





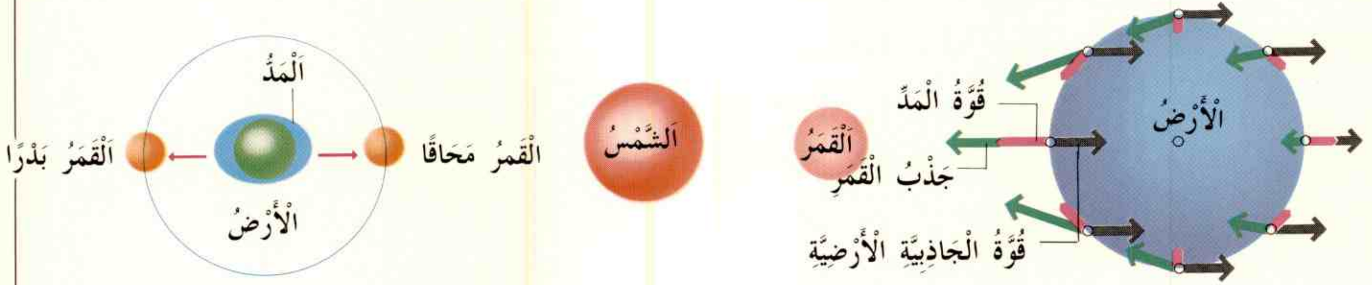


قُمْعٌ أعْلَى التَّلِّ

يَتَقَدَّمُ الْمَدُّ الدَّافِقُ نَحْوَ أَعْلَى مَجْرَى نَهْرِ الْأَمَازُون ، بَعْدَ أَنْ يَدْخُلَ فِى المَصَبِّ الْوَاسِعِ لِلنَّهْرِ . وَلِأَنَّ قَنَاةَ النَّهْرِ تَكُونُ أَضْيَقَ فَإِنَّ هَذَا الْمَدَّ ذَا ٧ أَقْدَامٍ ارْتِفَاعًا ، يَزْدَادُ ارْتِفَاعُهُ . وبَعْدَ أَنْ يَقْطَعَ حَوَالَى ٢٢٥ مَيْلًا نحو أَعْلَى الْمَجْرَى يُصْبِحُ ارْتِفَاعُ مَوْجِهِ حَوَالَى ٣٣ قَدَمًا .

لِمَاذَا يَحْدُثُ مَدُّ الْمُحِيطِ ؟

إنَّ قَبْضَةَ الْجَاذِبِيَّةِ الْقَمَرِيَّةِ لِلْأَرْضِ تَرْفَعُ مِيَاهَ الْأَرْضِ فِى جَانِبِ الْأَرْضِ الْمُواجِهِ لِلْقَمَرِ ، وتُسَبِّبُ مَدًّا مُرْتَفِعًا . وتُقَلِّلُ الْجَاذِبِيَّةُ الْأَرْضِيَّةُ ارْتِفَاعَ الْمَدِّ ، فَتَجْذِبُ الْمِيَاهَ فِى جَانِبِ الْأَرْضِ الْبَعِيدِ جَذْبًا بَسِيطًا . ولَكِنَّ المَدَّ المرْتَفِعَ قَدْ يَحْدُثُ أَيْضًا فِى هَذَا الْجَانِبِ ، لِأَنَّ قُوَى الْجَاذِبِيَّةِ تُبْعِدُ الْأَرْضَ الصُّلْبَةَ عَنِ الْمُحِيطِ (أسفل يمين) . ويَحْدُثُ أَعْلَى مَدٍّ عِنْدَمَا يَكُونُ الْقَمَرُ فِى الْمحَاقِ أَوِ الْبَدْرِ ، فتَكُونُ قُوَى الْمَدِّ لِلْقَمَرِ وَالشَّمْسِ عَلَى اسْتِقَامَةٍ وَاحِدَةٍ (أسفل يسار) .



حَوْضُ الْأَمازون

إكِيتُوس (فى بيرو)

مَنَاوُس (فى البرازيل)

مَنْبَعُ نَهْرٍ جَبَلِيٍّ

جِبَالُ الْأَنْدِيز (أعلى) ، هِىَ مَصْدَرُ مِيَاهِ الْأَمَازُونِ وَرَوَافِدِهِ . وتَمْتَدُّ هَذِهِ الْجِبَالُ عَلَى طُولِ السَّاحِلِ الْبَاسِفِيكِى لِأَمْرِيكَا الْجَنُوبِيَّةِ مِنْ بَنَما إِلَى كيب هُورن بِطُولِ ٤٥٠٠ مِيلٍ ، وَهِىَ أَطْوَلُ السَّلَاسِلِ الْجَبلِيَّةِ عَلَى الْأَرْضِ .



مَدٌّ دَافِقٌ يَشُقُّ طَرِيقَهُ فِى الْأَمَازُون ، وَيَعْكِسُ تَيَّارَه .

مَا هِىَ الْمَصبَّاتُ الخَلِيجِيَّةُ؟

يَصبُّ نَهْرُ التَّيمْز فِى بَحْرِ الشِّمَالِ مِنْ خِلالِ خَلِيجٍ عَمِيقٍ وَاسعٍ يُسَمَّى مَصبًّا خَلِيجيًّا . وَمِثْلُ سَائِرِ مَصبَّاتِ الْأَنْهَارِ ، فَقَدْ تَكَوَّنَ هَذَا المصبُّ فِى نِهَايَةِ عَصْرِ البليوسْتُوسِين التَّلْجِىّ مُنْذُ حَوَالَى ١٠٠٠٠ سَنَةٍ ، عِنْدَمَا رَفَعَتْ كُتَلُ الثَّلْجِ الْمُنْصَهِرَةُ مُسْتَوى سَطْحِ مِيَاهِ الْبِحَارِ فِى الْعَالَمِ . وهَذِهِ المِيَاهُ المُرتَفِعَةُ غَمَرَتْ مَصبَّ النَّهْرِ ومَجْرَاهُ المُنْخَفِضَ ، وكَوَّنت هَذَا المصبَّ الخَلِيجىَّ . وَالنَّهْرُ الَّذى يَحْمِلُ كَمِّيَّاتٍ كَبِيرَةً مِن الطَّمْى يُغَذِّى بِهَا الْمَصبَّ ، وقَدْ يُحوِّلُهُ إلَى سَهْلٍ سَاحِلِىٍّ إِذَا امْتَلأَ بِالطَّمْى . ونَهْرُ التَّيمْز من الأَنْهَارِ ذَاتِ المَجْرَى المُعْتَدِلِ ، قَلِيلُ الرَّوَاسِبِ ، فَلا يَرْسُبُ الكَثِيرُ فِى مَصبِّهِ . وكَمَا تَرَى بِالشَّكْلِ أَسْفَلَ ، فَإِنَّ أَىَّ رَوَاسِبَ تَتَجَمَّعُ عِنْدَ الْمَصبِّ ، سَرْعَانَ مَا تَجْرُفُها مِيَاهُ مَدِّ بَحْرِ الشَّمَالِ . ويَجْرِى عَلَى الْقَاعِ مَرَّتَيْنِ يَوْمِيًّا — وَقْتَ الْمَدِّ الْمُرْتَفِعِ — لِسَانٌ بَارِدٌ من الْمِيَاهِ الشَّدِيدَةِ الْمُلُوحَةِ إلَى دَاخِلِ الْمَصبِّ . وَفِى نفس الْوَقْتِ ، فَإِن تَيَّارًا مِنْ مَاءِ النَّهْرِ النَّشِطِ الدَّافِئِ ، يَصْدِمُ الْجُزْءَ الْعُلْوِىَّ الْمُواجِهَ مِن الْيَابِسَةِ . وَالاحْتِكَاكُ بَيْنَ هَذَيْنِ التَّيَّارَيْنِ ، يُكَوِّنُ طَبَقَةً مَائِيَّةً مُضْطَرِبَةً فِى الْوَسَطِ ، تَتَحرَّكُ كَالدُّوَّامَةِ إلَى الْبَحْرِ حَامِلَةً أَىَّ رَوَاسِبَ مُتَجَمِّعَةً .



صُورَةٌ مِن الْقَمَرِ الصِّنَاعِىِّ تُبَيِّنُ شَكْلَ الْقُمْعِ التَّقْلِيدِىِّ لِخَلِيجِ تْشِيسَابِيك ، وَهُوَ مِنْ أَكْبَرِ المَصَبَّاتِ الخَلِيجِيَّةِ فى السُّهُولِ السَّاحِلِيَّةِ فِى الْعَالَمِ .

تدفق النَّهْرِ
تَيَّارُ مَاءِ الْبَحْرِ
تَيَّارُ الْمَاءِ الْمُخْتَلِطِ
طَبَقَةُ مِيَاهٍ عَذْبَةٍ
طَبَقَةُ مِيَاهٍ مُخْتَلِطَةٍ
طَبَقَةُ مَاءِ بَحْرٍ
مَدٌّ مُرْتَفِعٌ
تَيَّارُ الْمَدِّ عَلَى قَاعِ النَّهْرِ

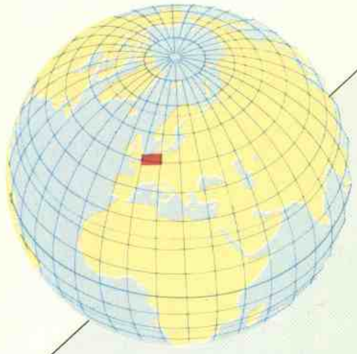
نهر التيمز
لندن
قمة
مستوى ماء التيمز

يَضْغَطُ مَدُّ الْمُحِيطِ ويَكْبُرُ عِنْدَ دُخُولِهِ إِلَى مَصبِّ التيمز ، مِثْلَ مَا يَحْدُثُ عِنْدَ فُوَّهَةِ خُرْطُومٍ تَنْدَفِعُ مِنْهُ الْمِيَاهُ . وتَتَحرَّكُ مِيَاهُ الْمَدِّ نحو أَعْلَى الْمَجْرَى ، فَيَرْتَفِعُ مُسْتَوَى مَاءِ النَّهر بِهَذَا الْمَدِّ الدَّافِقِ ، وَيَصِلُ إِلَى قِمَّةِ ارْتِفَاعِهِ جَنُوبَ لَنْدَن مُبَاشَرَةً .

يَبْدأُ الْمَصَبُّ الْخَلِيجِىُّ كَدِلْتَا (يمين) . وَبَعْدَ ذَلِكَ ، عِنْدَمَا يَرْتَفِعُ سَطْحُ الْمَاءِ أَوْ تَنْخَفِضُ الْيَابِسَةُ ، فَإِنَّ مِيَاهَ الْمُحِيطِ تَغْمُرُ الدِّلْتَا وَوَادِى النَّهْرِ خَلْفَهَا . وَهَذَا الْفَيَضَانُ يُكَوِّنُ خَلِيجًا مُثَلَّثًا يُسَمَّى الْمَصَبَّ الْخَلِيجِىَّ (أسفل) .

يَحْتَفِظُ الْمَصَبُّ الْخَلِيجِىُّ بِشَكْلِهِ الْمَخْرُوطِىِّ فَقَطْ ، إِذَا كَانَ فِعْلُ الْمَدِّ يَجْرُفُ بِانْتِظَامٍ الرَّوَاسِبَ الَّتِى تَملأُ الْمجْرَى .

مَا أَهَمِيِّةُ



اَلطُّرُقُ الْمَائِيَّةُ فِى أُورُوبَّا

بحر الشمال

كييل
هامبورج
بريمن
إمدن
أمستردام
هولندا
روتردام
دورتموند
ديوسبرج
كولون
بون
أنتفيرب
جنت
كاليه
بروكسل
ليل
لييج
بلجيكا
لوكسمبرج
كوبلنز
فرانكفورت
ميتز
مانهايم
ألمانيا
ريمس
باريس
مينز
نانسى
ستراسبورج
شتتجارت
فرنسا
ديجون
بازل
سويسرا
ليختنشتاين

(1) نهر الإلب (2) نهر إمس (3) نهر الراين (4) نهر السين (5) نهر مارن (6) نهر مين (7) نهر سامون (8) قناة ميتلاند (9) قناة دورتموند ــ إمس (10) قناة ليب ــ سياتن (11) قناة راين ــ هيرن (12) قناة شمال هولندا (13) قناة مارن ــ راين (14) قناة رون ــ راين (15) قناة الوسط

نهرِ الرَّاينِ ؟

فِى أعَالِى جبَالِ الْألْبِ فِى سويسرا ، يَنْدمِجُ رَافِدَانِ لِيُكوِّنا نَهْرَ الرَّاين . ويَنْسابُ النَّهْرُ مِنْ هُنَاكَ إِلَى الشَّمَالِ وَإِلَى الْغَرْبِ مُخْتَرِقًا قَلْبَ أُوروبَّا الْغَرْبِيَّة ، ومُكوِّنًا حُدُودَ سِوِيْسَرا ، وليخنتشتين ، والنمسا ، وفرنسا ، وألمانيا . وفِى قِطَاعِهِ الْأَوْسَطِ وَالْأَدْنَى يَمُرُّ الرَّاينُ خِلالَ أكْبَرِ الْمَوَانِى الصِّنَاعِيَّة فِى أَلْمَانْيَا وهى مَانْهَايمِ وَكُولُون وَدْيُوسْبُرْج ، ثُمَّ يُفْرِغُ مِيَاهَهُ فِى بَحْرِ الشَّمَالِ قُرْبَ المِينَاءِ الهولندى روتردام .

وَأَصْبَح الرَّاينُ الْمَمَرَّ الْمَائِىَّ الْأَوَّلَ فِى أوروبا ، لِأَنَّهُ يَتَّصِلُ بِشَبَكَةٍ مِن الْأَنْهَارِ وَالْقَنَوَاتِ إِلَى موانِى سِتِّ دُوَلٍ مُخْتَلِفَةٍ . فَمِنَ الشَّرْقِ ، يَسْتَقْبِلُ الرَّاينُ مِيَاهَ أَنْهَارِ الْمَيْن والنِّيكار والرُّور واللِّيب ، ومِنَ الْغَرْبِ يَجْمَعُ مِيَاهَ نَهْرِ المُوزِلّ . وتَصِلُهُ قَنَوَاتٌ بِأَنْهارِ الرُّون والإِمْز والفزر والإِلْب والدَّانوب ، الَّتِى تُوصِّلُ إِلَى الْبَحْرِ الْمُتَوسِّطِ وبَحْرِ البَلْطِيقِ والْبَحْرِ الْأَسْوَد .

والرَّاينُ مَفْتُوحٌ لِسُفُنِ جَميعِ الدُّوَلِ . ويُمكِنُ لِلسُّفُنِ الَّتِى لايَزِيدُ وَزْنُها على ٥٠٠٠ طن أَنْ تَتَجوَّلَ فِى أَعَالِى النَّهرِ حَتَّى بازل فِى سويسرا حَامِلَةً الفَحْمَ والخَامَاتِ والحُبُوبَ ومُنتجَاتِ البِتْرُولِ . والسُّفُنُ الأكْبَرُ حتى ديوسبرج وهِىَ الْبَوَّابَةُ لِوَادِى الرور الصِّناعى فى ألمانيا ، حَيْثُ صِنَاعَةُ الكِيمَاوِيَّاتِ والحدِيدِ والصُّلْبِ والمنسُوجَاتِ .

عَالَمُ الأَهْوسة :

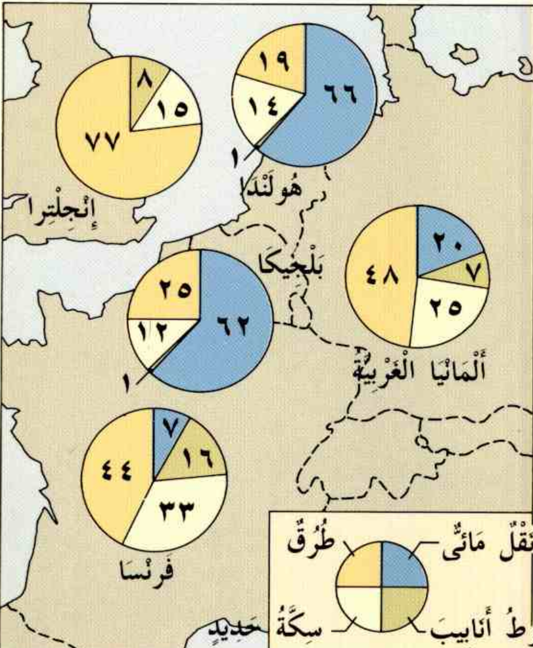
الْهَويسُ عِبَارَةٌ عَنْ غُرفٍ خَاصَّةٍ تَسْمَحُ لِلسُّفُنِ بِالْمِلَاحَةِ عَبْرَ الْأَنْهَارِ الْمخْتَلِفَةِ الِارْتِفَاعِ . وتَرْفَعُ الْبَوَّابَاتُ أَوْ تَخْفِضُ ارتِفَاعَ سَطْحِ الْمَاءِ فِى هَذِهِ الغُرَفِ لِتُنَاسِبَ سَطْحَ الْمَاءِ الْأَعْلَى أو الْأَقَلِّ الَّذِى سَتَنْتَقِلُ إِلَيْهِ السَّفِينَةُ . وفِى الصُّورَةِ أسفل ، سَفِينَتَانِ تَعْبُرَان فى هويس بنهر المُوزِلّ عَبْرَ قَنَاةٍ تَصِلُ بَيْنَ ألمانيا وفرنسا .



الصَّنَادِلُ تَذْرَعُ الراين ذَهَابًا وَإِيَابًا



فَهُوَ المَمَرُّ الْمَائِىُّ الرَّئِيسىُّ



كَيْف تنْقُلُ أُوروبَّا بَضَائِعَها

يُعْتَبَرُ النَّقْلُ الْمَائِىُّ لِلبَضَائِعِ هُوَ أَفْضَلَ الْوَسَائِلِ فى بلجيكا وهولندا ، حَيْثُ تُنْقَلُ ثُلُثَا الْبَضَائِعِ عَنْ طَرِيقِهِ (يمين) . وَفِى فَرنسا وألمانيا الغربية تُنْقَلُ نِصْفُ الْبَضَائِعِ بالشَّاحِنَاتِ ، ولكِنْ يَسْتَمِرُّ شَحْنُ الْبَضَائِعِ بِنِسْبَةٍ كَبِيرَةٍ عَلَى نَهْرِ الرَّاين .

كَيْفَ تَتَكَوَّنُ الأنْهَارُ الْجَلِيدِيَّةُ (الثَّلاجَاتُ) ؟



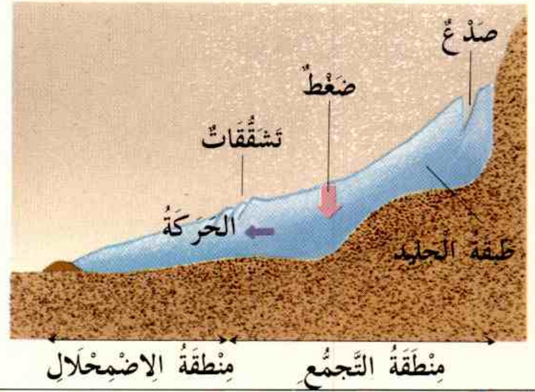
إذَا ضُغِطَ الثَّلجُ فَإنَّهُ يَتبلْوَرُ مَرَّةً أُخْرَى مُكَوِّنًا الْجَلِيدَ .

الثَّلاجَاتُ هِيَ كُتَلٌ ضَخْمَةٌ مِن الْجَلِيد ، تَتحرَّكُ عَلَى الأَرْضِ كَأَنَّهَا جبَالٌ مُنْصهِرَةٌ . وتَتكَوَّنُ فِي الْأَلْبِ والْمَنَاطِقِ الْقُطْبِيَّةِ ، حَيْثُ يَتجمَّعُ الثَّلْجُ الدَّائِمُ . وبِتَرَاكُمِ طَبَقَاتِ الثَّلْجِ ، فَإنَّهَا تَضْغَطُ الطَّبَقَاتِ السُّفْلَى إِلَى جَلِيدٍ ، وَوَزْنُهَا يَجْعَلُ الثَّلاجَةَ تَتحرَّكُ . وَمُعْظَمُ الثَّلاجَاتِ تَتحرَّكُ أَقَلَّ مِنْ قَدَمٍ يَوْمِيًّا ، ولَكِنَّ بَعْضَهَا قَدْ يَتحرَّكُ ٥٠ قَدَمًا فِي يَوْمٍ . وَالثَّلاجَةُ الأَلْبِيَّةُ طَوِيلَةٌ وَضَيِّقَةٌ ، وتَتحرَّكُ بِبُطْءٍ إِلَى أَسْفَلَ خِلَالَ مُسَيَّلاتٍ ضَيِّقَةٍ مِن حَلَبَةٍ جَلِيدِيَّةٍ وهِيَ انْخِفَاضَةٌ فِي الْجِبَالِ تُشْبِهُ السُّلْطَانِيَّةَ .

ويُغطِّى قِمَّةَ كُلٍّ من القُطْبَيْنِ الْأَرْضِيَّيْنِ وجِرِينْلَاند غِطَاءٌ مِن الجلِيدِ الْقَارِّيِّ . وَالثَّلاجَاتُ فِي سَفْحِ الْجِبَالِ هِيَ سَفْحٌ جَلِيدِيٌّ مُنْزلِقٌ مِن الْأَمَاكِنِ الْمُرتفِعَةِ إِلَى هَضْبَةٍ مُنْخفِضَةٍ .

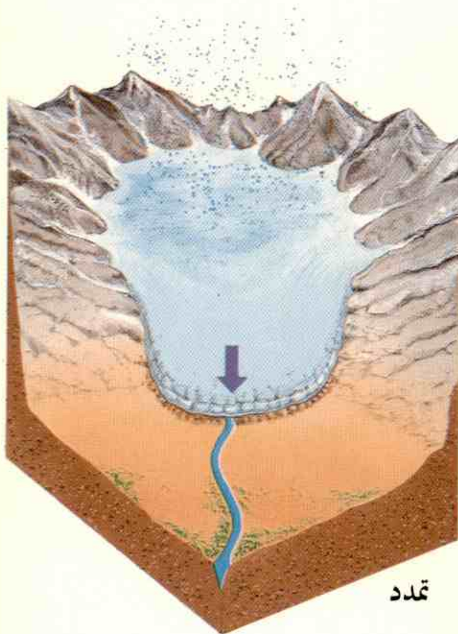
دِينامِيكِيَّةُ الثَّلاجات :

فِى مِنْطَقَةِ التَّجمُّعِ ، يتجمَّعُ الثَّلْجُ وَالْجليدُ أَسْرَعَ مِن انْصِهارِهِما . وَفِى مِنْطَقةِ الاضمِحْلالِ ، يَتفَوَّقُ الانْصِهارُ عَلى التَّراكُمِ . وتتكَوَّنُ الصُّدُوعُ وَالتَّشقُّقَاتُ عِنْدَما تَتحرَّكُ الثَّلاجَةُ مَسافَةً مُفاجِئَةً إِلَى أَسْفَلَ عَلَى الْقاعِ الصَّخْرِىِّ تَحْتَها .




تكون

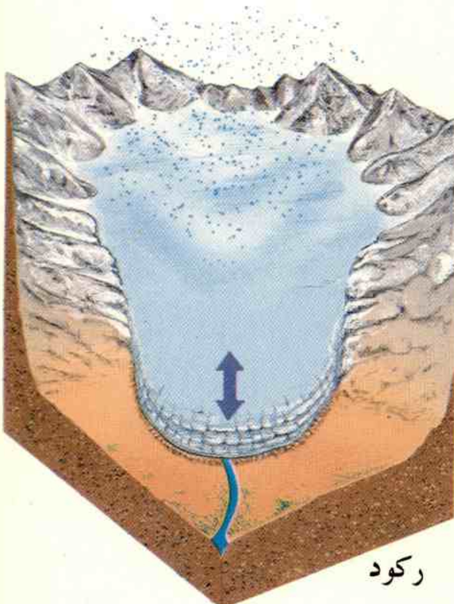
١ ـــ تأْخُذُ الثَّلاجَةُ شَكْلَهَا فِى المَناطِقِ الَّتى يَتجمَّعُ فِيهَا الثَّلْجُ أَسْرَعَ مِمَّا يَنْصَهِرُ . وتَعْمَلُ الرِّياحُ المُشبَّعَةُ بالرُّطُوبَةِ (السهم الأزرق يسار) الْبارِدَةُ عَلى تَزايُدِ طَبقَاتِ الثَّلْجِ الَّتِى تتجمَّعُ أَسْفَلَ مُكَوِّنَةً الْجلِيدَ .


تمدد

٢ ـــ وَبتأْثِيرِ الْجاذِبِيَّةِ الْأَرْضِيَّةِ على كُتْلَةِ الْجلِيدِ ، فَإِنَّهُ يَبْدأُ التَّحرُّكَ إلى أسْفَلَ : فَإذَا كَانَتْ سُرْعَةُ تَحرُّكِ الثَّلاجَةِ أكْبَرَ مِنْ سُرْعَةِ انْصِهارِهَا فَإِنَّهَا تَغْمُرُ الْوَادِى أَسْفَل .



٤ ـــ بَعْدَ تَكَوُّنِ الثَّلاجَاتِ بِعَشَرَاتِ أَوْ مِئَاتِ الْأُلُوفِ مِن السَّنَوَاتِ ، بَدأَ انْصِهارُهَا يَزِيدُ عَنْ مُعَدَّلِ حَرَكَتِهَا . وَأَخذَتْ فِى الِانْحِسَارِ نَحْوَ أَعْلَى الْوَادِى .


ركود

٣ ـــ وبِمُضِىِّ الْوَقْتِ ، يُصْبِحُ مُعَدَّلُ انْصِهارِ الثَّلاجَةِ مُناسِبًا لِمُعَدَّلِ تَحرُّكِهَا إِلَى أَسْفَلَ ، فَتبْدُو هَذِهِ الكُتْلَةُ الْجَليدِيَّةُ الضَّخْمَةُ مُتوقِّفَةً فِى مَسارِهَا ، رَغْمَ أَنَّهَا مَازَالَتْ تَتحرَّكُ ، ولكِنْ بِبُطْءٍ شَدِيدٍ .

مَا هِيَ الأَشْكَالُ الأَرْضِيَّةُ الَّتِي تُكَوِّنُهَا الثَّلاجَاتُ؟

الثَّلاجَةُ هِيَ كَاسِحَةٌ طَبِيعِيَّةٌ . فَهِيَ تَقْتَلِعُ الصُّخُورَ قُرْبَ قِمَّةِ الْجَبَلِ ، تَارِكَةً تَجَاوِيفَ تُشْبِهُ مَقْعَدًا ذَا مَسْنَدَيْنِ تُسَمَّى الْحَلَبَاتِ . وَعِنْدَ أَمَاكِنِ تَدَاخُلِ

ثَلاثِ حَلَبَاتٍ أَوْ أَكْثَرَ ، تَتَكَوَّنُ قِمَمٌ ذَاتُ رُءُوسٍ حَادَّةٍ تُسَمَّى الْقُرُونَ . وَإِلَى أَسْفَلِ الْجَبَلِ ، تَحْفِرُ الثَّلاجَاتُ أَغْوَارًا عَلَى شَكْلِ U ، مِثْلَ الَّذِي يَشُقُّهُ نَهْرٌ فِي وَادٍ .

وَيَنْتُجُ عَنْ هَذِهِ الْحَرَكَةِ الْأَرْضِيَّةِ ، كَمِّيَّاتٌ ضَخْمَةٌ مِنَ الرَّوَاسِبِ تُرَسِّبُهَا الْمَثَلَّجَةُ فِي أَكْوَامٍ كَقِمَمِ التِّلالِ تُسَمَّى الرُّكَامَ ، أَوْ فِي أَكْوَامٍ بَيْضِيَّةٍ جَلِيدِيَّةٍ تُعْرَفُ بِالْكَثِيبِ الْجَلِيدِيِّ ، وَتَتَرَسَّبُ أَعْمِدَةٌ مِنَ الرَّمْلِ وَالْحَصَى تُعْرَفُ بِالْاسْكَرِ بِوَاسِطَةِ جَدَاوِلِ مَاءِ الِانْصِهَارِ الَّتِي تُكَوِّنُ أَنْفَاقًا عَبْرَ جَلِيدِ الثَّلاجَةِ .

كَيْفَ تَتَكَوَّنُ هَذِهِ الْأَشْكَالُ الْجَلِيدِيَّةُ ؟



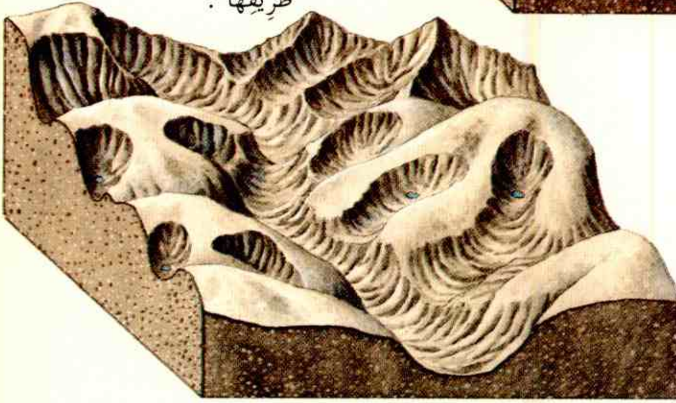
قَبْلَ التَّثَلُّجِ

مِنْطَقَةٌ جَبَلِيَّةٌ تَتَكَوَّنُ فِيهَا ثَلَّاجَاتٌ ، تُغَطِّيهَا مُنْحَدَرَاتٌ مُتَمَوِّجَةٌ ، وَأَوْدِيَةُ جَدَاوِلَ عَلَى شَكْلِ V . وهَذَا التَّشْكِيلُ يَنْتُجُ عَنِ التَّآكُلِ الْهَادِئِ بِوَاسِطَةِ الْأَنْهَارِ وَالرِّيَاحِ وَالْأَمْطَارِ .



أَثْنَاءَ التَّثَلُّجِ

نَفْسُ الْمِنْطَقَةِ وَقَدْ غُطِّيَتْ بِجَلِيدِ الثلاجة ، وتَظْهَرُ التَّجَاوِيفُ الْمُدَبَّبَةُ الْحُرُوفِ ، مَكَانَ الْجِبَالِ الْمستَدِيرَةِ . وتَتَحَرَّكُ المُثَلَّجَةُ إِلَى أَسْفَلِ الْمُنْحَدَرِ ، كَاسِحَةً الصُّخُورَ فِي طَرِيقِهَا .



بَعْدَ التَّثَلُّجِ

هَذِهِ الْأَغْوَارُ الْعَمِيقَةُ عَلَى شَكْلِ U ، تُشِيرُ إِلَى مَمَرِّ الثَّلَّاجَةِ بَعْدَ الِانْصِهَارِ . وعِنْدَ قِمَّةِ الْجَبَلِ ، يَظْهَرُ فِي الْأُفُقِ ، الْقُرُونُ وَالْقِمَمُ الْمُدَبَّبَةُ ثَلَّاجَةٌ أَلْبِيَّةٌ .



جَدْوَلٌ يَجرِي فِي غَوْرِ ثَلَّاجَةٍ فِي أَلْبِ النِّمْسَا .



الْعَمَلُ ثُنَائِيُّ الْمَرْحَلَةِ لِلثَّلَّاجَةِ :

الثَّلَّاجَاتُ الْأَلْبِيَّةُ تَنحِتُ الصُّخُورَ لِتُكَوِّنَ الْقُرونَ ، والْحَلْبَاتِ ، وَالْأَوْدِيَةَ الْجليدِيَّةَ عَلَى شَكْلِ U . وفِي النِّهَايَةِ ، تُعِيدُ تَوْزِيعَ الْكَسَّارَاتِ الْجَلِيدِيَّةِ فِي الرُّكَامِ والْكُثَيِّبَاتِ والتِّلَالِ الْبَيْضَوِيَّةِ .

هَلْ كُلُّ أَنْوَاعِ الرُّكَامِ مُتَشَابِهَةٌ ؟

يَحْتَوِى الْجَلِيدُ الْمُتَحَرِّكُ مِنْ ثَلَّاجَةٍ جَلِيدِيَّةٍ عَلَى أَطْنَانٍ مِن الشَّظَايَا الصَّخْرِيَّةِ الْمُتَّصِلَةِ مَعًا وَالْمُخْتَلِفَةِ الْحَجْمِ . وَعِنْدَمَا تَتَرَاجَعُ الثَّلَّاجَةُ أَعْلَى وَادِى جَبَلٍ ، فَإِنَّهَا تَفْصِلُ هَذِهِ الرَّوَاسِبَ الصَّخْرِيَّةَ عَلَى هَيْئَةِ رُكَامٍ لَهُ أَشْكَالٌ وَأَحْجَامٌ مُتَنَوِّعَةٌ .

وَالْمُفَتَّتَاتُ الْمَحْمُولَةُ تَحْتَ جَانِبِ الثلاجة ، تَسْتَقِرُّ كَرُكَامٍ أَرْضِىٍّ عَلَى هَيْئَةِ غِطَاءٍ صَخْرِىٍّ يُغَطِّى الْأَرْضَ . وَقِطَعُ الْحِجَارَةِ الْغَلِيظَةِ الْقَصِيرَةِ الْمَحْصُورَةِ بَيْنَ الثَّلَّاجَةِ وَجَوَانِبِ الْوَادِى تَتَرَسَّبُ عَلَى كِلَا الْجَانِبَيْنِ فِى شَرَائِطَ طَوِيلَةٍ تُسَمَّى الرُّكَامَ الْجَانِبِىَّ . وَكَثِيرًا مَا يَتَمَيَّزُ وَسَطُ مَجْرَى الثَّلَّاجَةِ خِلَالَ الْوَادِى بِأَثَرٍ صَخْرِىٍّ يُسَمَّى الرُّكَامَ الْأَوْسَطَ .

أَمَّا الصُّخُورُ وَالْجَلَامِيدُ الَّتِى تَدْفَعُهَا الثَّلَّاجَةُ أَمَامَهَا فَتَتَجَمَّعُ فِى حَافَةٍ مُقَوَّسَةٍ تُسَمَّى رُكَامَ الْجَبْهَةِ ، وَهُوَ يُحَدِّدُ مَدَى تَقَدُّمِ الثَّلَّاجَةِ أَسْفَلَ الْوَادِى . أَمَّا رُكَامُ الْمُؤَخِّرَةِ فَهُوَ أَصْغَرُ، وَيُبَيِّنُ أَيْنَ تَوَقَّفَتِ الثَّلَّاجَةُ لِتَبْدَأَ انْحِسَارَهَا .

١

٢

٣



رُكَامٌ أَرْضِىٌّ (١) وَهُوَ خَلِيطٌ مِنَ الصَّلْصَالِ وَالرَّمْلِ وَالْحَصَى وَالجَلَامِيدِ ، يَنْتَشِرُ فَوْقَ مَنَاطِقِ الثَّلَّاجَةِ وَلِأَنَّهَا تَحْتَ قَاعِدَةِ الثَّلَّاجَةِ فَإِنَّ الرُّكَامَ الْأَرْضِىَّ يَكْشِطُ الطَّبَقَاتِ السَّطْحِيَّةَ وَالصَّخْرِيَّةَ الَّتِى تَحْتَهُ .



رُكَامُ الْمُؤَخِّرَةِ (٢) هِىَ حَافَةٌ مُقَوَّسَةٌ مِن المفَتَّتَاتِ الَّتِى تَرَكَتْهَا الثَّلَّاجَةُ أَثْنَاءَ تَوَقُّفٍ مُؤَقَّتٍ عِنْدَ انْحِسَارِهَا .



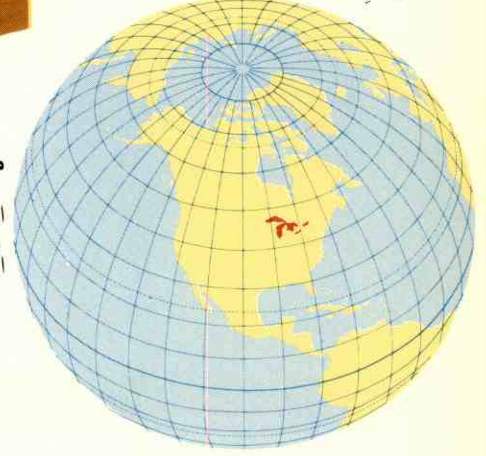
الرُّكَامُ النِّهائِىُّ (٣) وَهُوَ يُبيِّنُ أَقْصَى بُعْدٍ وَصَلَتْ إِلَيْهِ الثَّلاجَةُ عِنْدَ تحرُّكِهَا . ومِثْلُ هَذَا الرُّكَامِ يَترسَّبُ عَلَى هَيْئَةِ أَقواسٍ أَوْ أَهِلَّةٍ ، ويَتكوَّنُ مِن الْموادِّ الْحجرِيَّةِ الَّتِى تَدْفَعُهَا الثَّلاجَةُ أَمَامَهَا .



رُكَامٌ جانبِىٌّ (٤) ويَتكوَّنُ مِن الرَّواسِبِ الصَّخْرِيَّةِ الَّتِى كَشطَتْهَا الثَّلاجَةُ مِنْ جانبَى الْوادِى . وَإِذَا تَحرَّكَتْ ثَلاجتَانِ معًا ، فَإِنَّ رُكامَيْهِما الْجانِبِيَّيْنِ يَنْدمِجانِ لِيُكوِّنَا رُكامًا أَوْسَطَ (٥) .

كَيْفَ تَكَوَّنَت

خِلاَلَ عَصرٍ بَارِدٍ مُنْذُ ٣٠٠٠٠ سَنَةٍ ، تَحَرَّكَ الغِطَاءُ الجليدِيُّ الّذِى يُغَطِّى مُعْظَمَ كَندَا ، بِبُطْءٍ نَحْوَ شمال أمريكا . وتَحْتَ تَأْثِيرِ وزنه ، غَاصَت الْأَرَاضِى الْمُنْخَفِضَةُ ـــ بِمَا فِيهَا الَّتِى أَصْبحت الْبُحيْرَاتِ الْعُظْمى ـــ تَحْتَ مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ .



منذ ١٨٠٠٠ سنة : وَصَلَت الثَّلَّاجَاتُ إِلَى أَقْصَى مَدَاهَا جَنُوبًا .

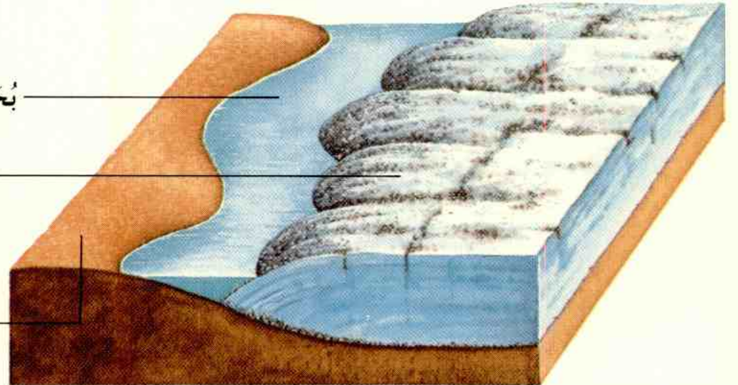
منذ ١٤٠٠٠ سنة : تَرَاجَعَ غِطَاءُ الجَلِيدِ ، مُكَوِّنًا بُحَيْرَاتٍ قَصِيرَةَ الْعُمْرِ عَلى طُولِ مُقَدِّمَتِهِ .

منذ ١١٠٠٠ سنة : تَحَرَّكَت الثَّلَّاجَاتُ جَنُوبًا مَرَّةً أُخْرَى ، وَابتَلَعَت الْبُحَيْرَاتِ الْوَلِيدَةَ .

منذ ١٠٠٠٠ سنة : بَدأَت الثَّلَّاجَاتُ الانْحِسَارَ ثَانِيًا ، وظَهَرَت الْبُحَيْرَاتُ الْعُظْمَى ثَانِيَةً .

كَيْفَ تَتَكَوَّنُ الْبُحَيْرَاتُ ؟

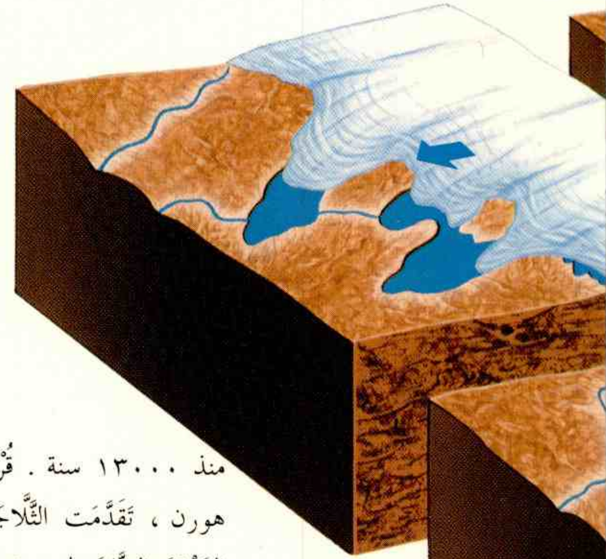
وَزْنُ الثَّلَّاجَة يَخْفِضُ الْقَارَّةَ تَحْتَها أَثْنَاءَ حَرَكَتِهَا ونحتها لِسَطْحِ الْأَرْضِ . ثُمَّ حِينَ انْحسَرَت الثَّلَّاجَة ، فَإِنَّ الْمَاءَ النَّاتِجَ عَن الِانْصِهَارِ يَمْلأُ الْمِسَاحَةَ الْمُنْخَفِضَةَ ، مُكَوِّنًا بُحَيْرَةً .



البُحيْراتُ العُظْمَى ؟

تَقعُ البُحيْراتُ العُظْمَى فِى كَندا والولَايَاتِ المتَّحدةِ عَلى الحدُودِ بَينَهُمَا . وهَذِهِ المِسَاحَاتُ الضَّخْمَةُ من المِيَاهِ المُسمَّاةِ بالبُحيْراتِ العُظْمَى ، قَدْ كوَّنَها الْجليدُ الَّذى كَانَ يُغطِّى مُعْظَمَ أَمْرِيكَا الشِّمَاليَّةِ .

ومُنْذُ حوَالَى ٢٥٠٠٠٠ سَنَةٍ ، كَانتْ المِساحَةُ الَّتى تَشْغَلُها هَذِهِ البُحيْراتُ ، عِبَارَةً عَنْ سَهْلٍ مُنْخفِضٍ . وتَقدَّمَ أَحدُ الغِطَاءَاتِ الْجَليدِيَّةِ الْقَارِّيَّةِ فِى هَذِهِ الْمساحَةِ ، وحفَرَ وِهادًا فِى مِنْطَقَةِ الرَّواسِبِ الضَّعِيفَةِ . وَبِتتَابُعِ التَّثلُّجِ ، وأَحْدَثُهُ تَمَّ مُنْذُ ٣٠٠٠٠ سَنةٍ ، فَقَدْ تعمَّقَتْ واتَّسعَتْ هَذِهِ الْوِهَادُ . ومُنْذُ ١٤٠٠٠ سَنَةٍ بَدأَ غِطَاءُ الْجليدِ فِى الانْحِسَارِ ، وملأَ الْماءُ الْمُنْصَهِرُ التَّجَاوِيفَ ، وَكَوَّنَ أَوَّلَ مَجَارِى الْبُحيْراتِ الْعُظْمَى . وَهَكَذَا فَإِنَّ الْبُحيْرَاتِ الْعُظْمَى أَخذَتْ شَكْلَهَا الْحَالِىِّ مُنْذُ ١٠٠٠٠ سَنةٍ .



منذ ١٣٠٠٠ سنة . قُرْبَ الْمَوْقِعِ الْحَالِى لبورت هورن ، تَقدَّمتْ الثَّلَّاجَةُ مَرَّةً أُخْرَى ، لِتُغَطِّى الْمَوْقِعَ السَّابقَ لبحيرة سوبيريور .

منذ ١٢٠٠٠ سنة : انْحسَرَ غِطَاءُ الْجليدِ وظَهرت الْملَامِحُ الحَالِيَّةُ لِلْبُحيْراتِ الْعُظْمَى (يمين) .



حفَرت الثَّلَّاجاتُ خِلَالَ أَكْثَرَ من ٣٠٠٠٠ سَنَةٍ الْبُحيْراتِ الْعُظْمَى ، الَّتِى تُغَطِّى الْيَوْمَ أَكْثَرَ من ٩٥٠٠٠ مِيْلٍ مُرَبَّعٍ .

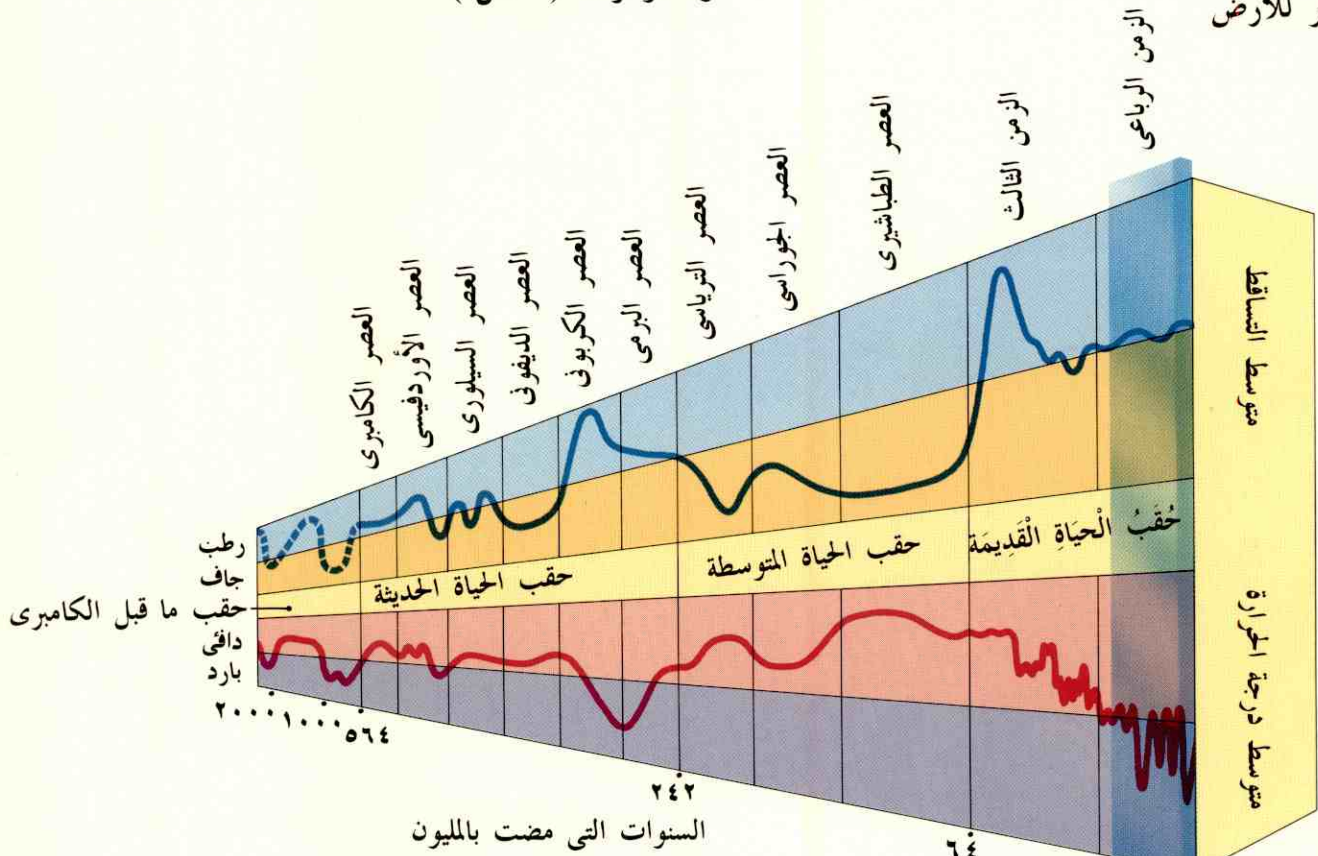
بحيرة سوبيريور
بحيرة ميتشيجان
بحيرة هورن
بحيرة أونتاريو
بحيرة إيرى

مُنْذُ ٥٠٠٠ سَنَةٍ . انحسَرت الثَّلَّاجَاتُ تَمامًا ، ولَكِنَّ أَحْوَاضَ الْبُحيْراتِ لَمْ تُكْمِلِ انْفِصالَهَا . فمثَلًا بُحيْرَةُ ميتشيجان وبُحيْرَةُ هُورون تُكَوِّنُ مُسطَّحًا واحِدًا مُتَّصِلًا مِن المَاءِ . وخِلَالَ الـ ٥٠٠٠ سَنَةٍ التَّالِيَةِ ، اتَّخذَت البُحيْرَاتُ العُظْمَى شَكْلَهَا الْحَالِىَّ .

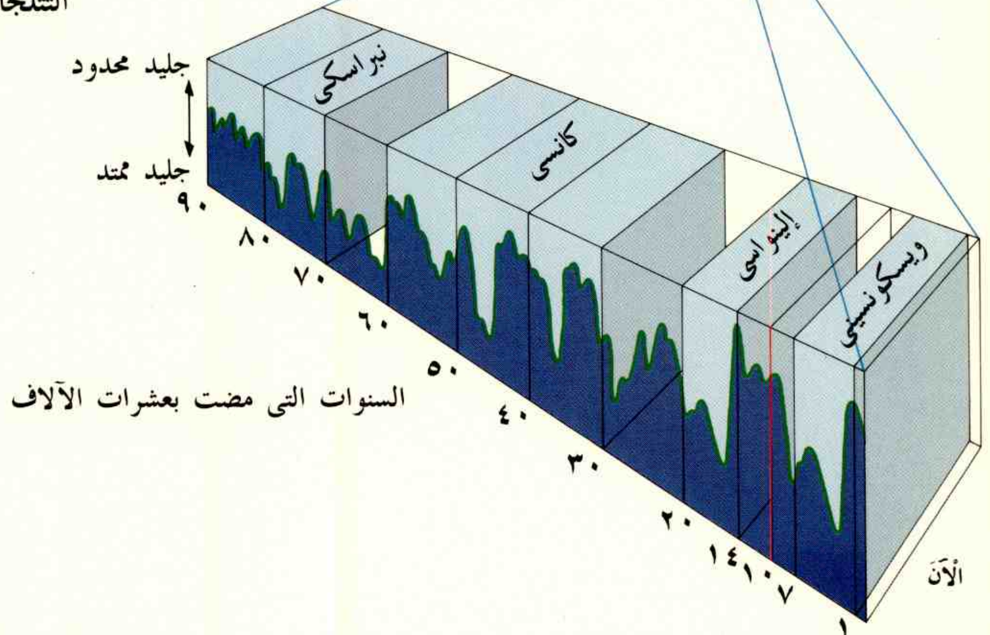
هَلْ غَيَّرَتِ الْعُصُورُ الْجَلِيدِيَّةُ الأَرْضَ؟

عَبْرَ تَارِيخِ الْأَرْضِ، فَإِنَّ تَغَيُّرَ مَدَارِ الْأَرْضِ حَوْلَ الشَّمْسِ قَدْ أَحْدَثَ الْعُصُورَ الْجَلِيدِيَّةَ. وَفِى كُلِّ عَصْرٍ جَلِيدِيٍّ حَدَثَتْ تَثَلُّجَاتٌ، وَهِىَ عُصُورٌ انْتَشَرَ فِيهَا الْغِطَاءُ الْجَلِيدِىُّ، وَبَيْنَ هَذِهِ الْعُصُورِ عُصُورٌ أُخْرَى انْحَسَرَ فِيهَا الْغِطَاءُ الجَلِيدِىُّ. وَأَحْدَثَ عَصْرٍ جَلِيدِىٍّ يُسَمَّى البليوسْتُوسِين، حَدَثَتْ فِيهِ أَرْبَعَةُ تَثَلُّجَاتٍ كَبِيرَة. وَكُلُّ تَثَلُّجٍ مِنْهَا قَدْ سَبَّبَ تَغَيُّرَاتٍ جَوْهَرِيَّةً فِى المَنَاخِ أَدَّتْ إِلَى تَغَيُّرٍ عَالَمِىٍّ فِى مُسْتَوى مَاءِ البَحْرِ، والمَنَاطِقِ الزِّرَاعِيَّةِ، والطُّبوغرَافيا (أسفل)

المناخ المتغير للأرض

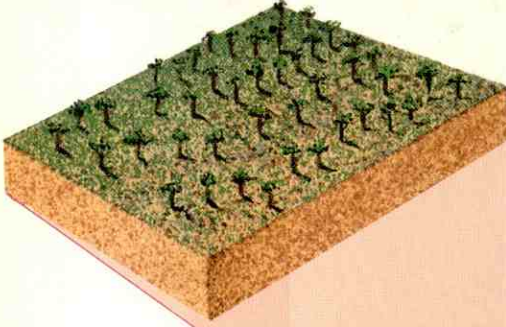


التثلجات فى عصر البليوستوسين



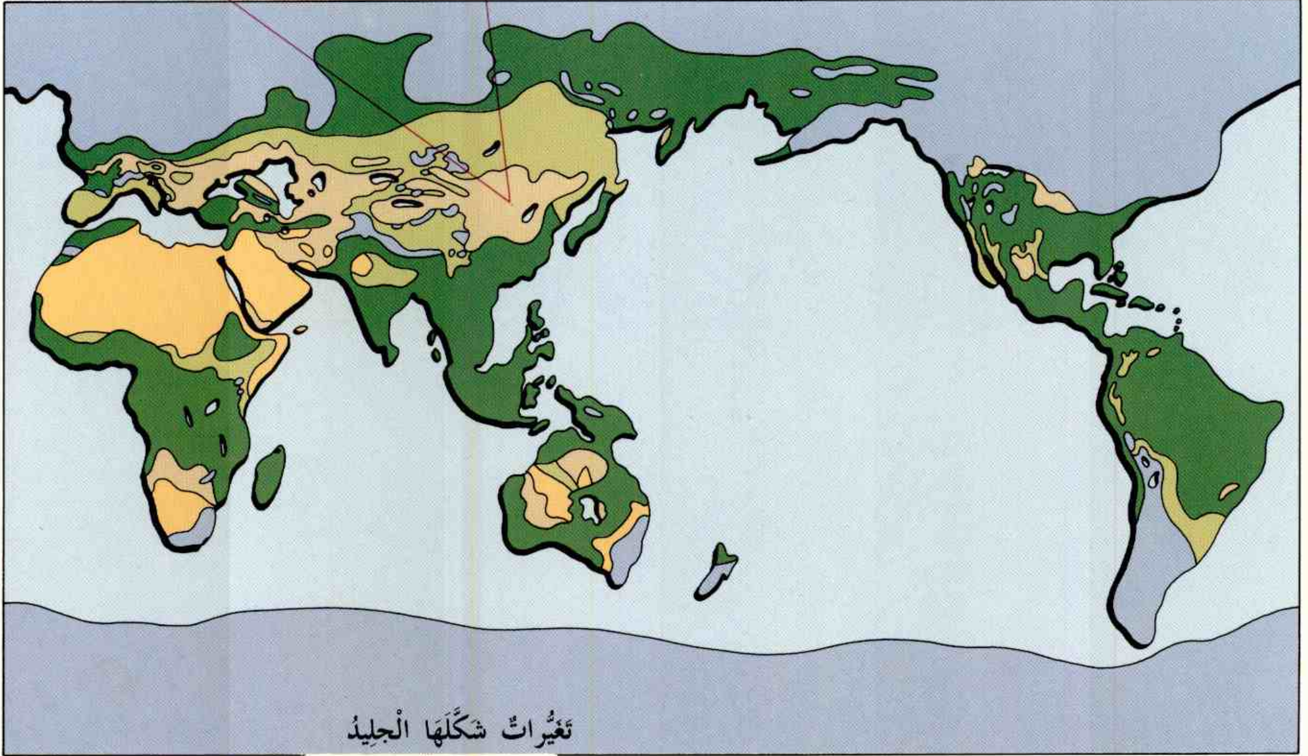
عصرٌ جَلِيدِى سَابِقٌ

صَحْرَاءُ جُوبِى فى شَمَال شَرْقِ آسْيَا ، وهِىَ أَرْضٌ قَاحِلَةٌ الْيَوْمَ (يمين) ، كَانَتْ هَضْبَةً تُغَطِّيهَا الْأَشْجَارُ (يسار) أَثْنَاءَ الْجَلِيدِ الوِيسكُونْسِينِىّ منذ ٧٠٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠ سنة مضت .





قَلْبُ صَحْرَاءِ جُوبِى رَمْلٌ وَحصًى .



تَغَيُّراتٌ شَكَّلَهَا الْجَلِيدُ

خِلَالَ فَتْرَةِ التَّثَلُّجِ الْعَالَمِيَّةِ الْأَخِيرَةِ فِى الْأَرْضِ ، والَّتِى انْتَهَتْ منذ ١٠٠٠٠ سنة ، اِمْتَدَّتْ غِطَاءَاتُ الْجليدِ الْقُطْبِيَّةُ (أعلى) : فَفِى نِصْفِ الكُرَةِ الجنُوبِىِّ وَصَلَت الثَّلَاجَاتُ شَمَالًا حَتَّى بيرو ، وفِى نِصْفِ الكُرَةِ الشَّمالِىِّ امتَدَّتْ جَنُوبًا إِلَى نيوجرسى .

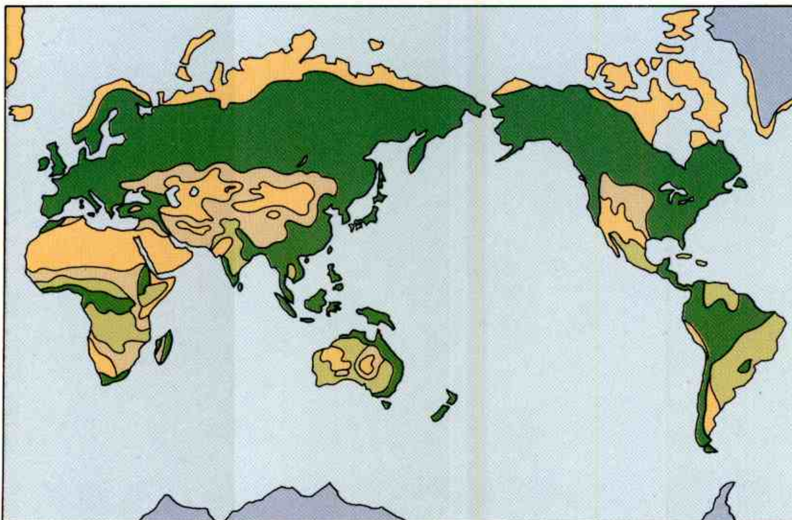
أَرْضٌ قَاحِلَةٌ (غِطَاءٌ) جَلِيدِىٌّ

(صَحْرَاءُ أَوْ سُهُولُ تَنْدُرَا جَرْدَاءُ)

سُهُولُ اِسْتبْس وَاسِعَةٌ شِبْهُ جَافَّة

سافانا أَوْ مَرَاعٍ

غَابَاتٌ



بَعْدَ انْصِهَارِ الجليدِ

وَلِأَنَّ الغِطَاءَاتِ الْجَلِيدِيَّةَ انْحَسَرَتْ ، فَإِنَّ الْغَابَاتِ المُعتَدِلَةَ عَادَتْ إِلَى خُطُوطِ الْعَرْضِ الْأَعْلَى ، وتَرَكَتْ خُطُوطَ الْعَرضِ الْوُسْطَى لِلصَّحَارَى والْمَرَاعِى الجَدْبَاءِ .

مَــاذَا يُـوجَــدُ تَحْــتَ الْقَارَّةِ الْقُطْبِيَّةِ الْجَنُوبِيَّةِ ؟

الْأَنْتَارْكْتِيكَا أو الْقَارَّةُ الْجَنُوبِية يُغَطِّيهَا حَوالى ٧ مليون مِيْلٍ مُكَعَّبٍ مِن الْجَلِيدِ . وَهَذِهِ الْقَلَنْسُوَةُ الْجَلِيدِيَّةُ بِهَا أَكْثَرُ مِنْ ٥٠٪ مِن الْمِيَاهِ الْعَذْبَةِ عَلَى سَطْحِ الْكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ ، وَتُغَطِّى ٩٩٪ من الْأَنْتَارْكْتِيكا حَيْثُ إِنَّ الْجِبَالَ الْعَالِيَةَ فِى هَذِهِ الْقَارَّةِ هِى فَقَط الَّتِى تَخْتَرِقُ هَذَا الْغِطَاءَ الْجَلِيدِىَّ .

وهَذِهِ الْجِبَالُ الْمُسَمَّاةُ بِسِلْسِلَةِ الْأَنْتَارْكْتِيكَا ترانسفيرس ، وتُقَسِّمُ الْقَارَّةَ إِلَى مِنطَقَتينِ (يسار) . الْأَكْبَرُ هِى أَنْتَارْكْتِيكَا الشَّرقِيَّةُ وتَشْغَلُ قَلْبَ الْقَارَّةِ ، وهِىَ هَضَبَةٌ قَفْرَاءُ شَدِيدَةُ الْبُرُودَةِ مَدْفُونَةٌ تحت ٩٠٠٠ إلى ١٠٠٠٠ قَدَمٍ من الْجَلِيدِ . وَالْأَصْغَرُ هِىَ أَنْتَارْكْتِيكَا الْغَرْبِيَّةُ وتَظْهَرُ كَأَنَّهَا كُتْلَةٌ أَرْضِيَّةٌ صُلْبَةٌ ، ولَكِنَّهَا فِى الْحقِيقَةِ سَلَاسِلُ من الْجُزُرِ الْجَبَلِيَّةِ المخْتَفِيَةِ تَحْتَ عَبَاءَةٍ مِن الْجَلِيدِ سُمْكُهَا يَصِلُ إلى ١٤٠٠٠ قَدَمٍ .

ويَتَوَقَّعُ الْعُلَمَاءُ أَنَّهُ لَوْ أُزِيلَت الْقَلَنْسُوَةُ الْجَلِيدِيَّةُ مِن الْأَنْتَارْكْتِيكَا ، فَإِنَّ الْقَارَّةَ سَتَرْتَفِعُ حَوالَى ٢٦٠٠ قَدَمٍ . وسَتَظَلُّ أَجْزَاءُ مِنْ أَنْتَارْكْتِيكَا الْغَرْبِيَّةِ تَحْتَ مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ ، ولَكِنَّ أَجْزَاءَ أُخْرَى مِن الْقَارَّةِ سَتَصِلُ إِلَى ارْتِفَاعِ آسْيَا . وَوَفْقًا لمناخِ الْقَارَّةِ ، فَإِنَّ الْجلِيدَ لَنْ يَخْتَفِى قَرِيبًا . وَفِى هَذِهِ الْمِنْطَقَةِ الْقُطْبِيَّةِ ، تَظَلُّ الشَّمْسُ تَحْتَ الْأُفُقِ شُهُورًا مُتَّصِلَةً ، حَيْثُ يَبْلُغُ مُتَوَسِّطُ دَرَجَةِ الْحَرَارَةِ الْيَوْمِيَّةِ ــ ٦٠° فِهْرِنْهِيتِيَّة (ــ٥١°م تقريبا) .



الرُّؤْيَةُ خِلَالَ الْجلِيدِ

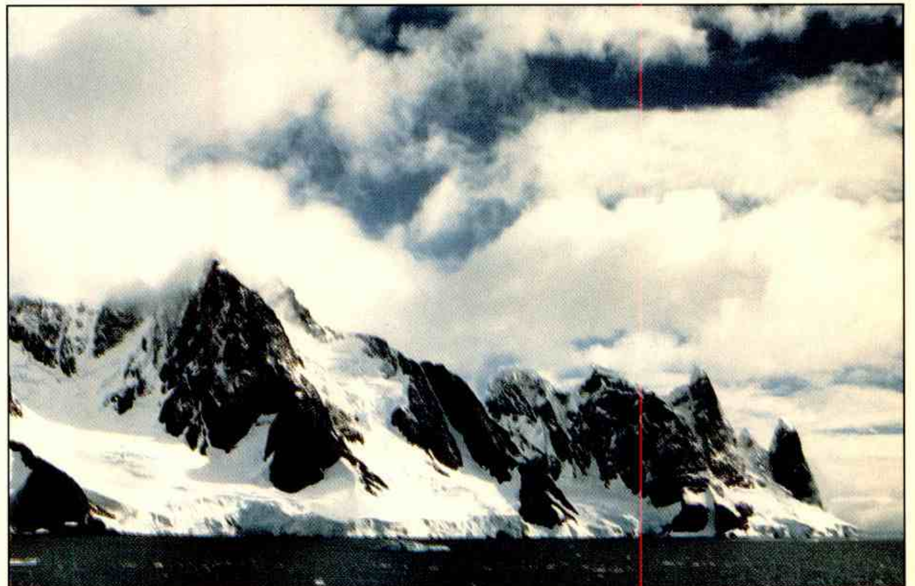
اِسْتَخْدَمَ الْعُلَمَاءُ الرَّادَارَ لِرَسْمِ خَرِيطَةِ الْقَارَّةِ تَحْتَ الْجلِيدِ . وتَنْعَكِسُ بَعْضُ أَشِعَّةِ الرَّادَارِ عَلَى سَطْحِ الْجلِيدِ ، وَالْبَعْضُ الْآخَرُ يَخْتَرِقُ الْجلِيدَ لِيَنْعَكِسَ عَلَى سَطْحِ صُخُورِ الْقَاعِ . وَالْوَقْتُ بَيْنَ عَوْدَةِ الشُّعَاعَيْنِ يَكْشِفُ سُمْكَ الْجلِيدِ وتَعَرُّجَاتِ الْأَرْضِ تَحْتَهُ .

أَنْتَارْكْتِيكَا الشَّرْقِيَّةُ

ب

مُسْتَوَى مَاءِ الْبَحْرِ

ب



مِن الْبَحْرِ ، تَظْهَرُ عَلَى سَاحِلِ الْأَنْتَارْكْتِيكَا ــ أَبْرَدَ وأَعْلَى قَارَّةٍ ــ الْجِبَالُ الْوَعْرَةُ وَهِىَ مُحَلِّقَةٌ فِى الْجَوِّ . وَيَصِلُ ارْتِفَاعُهَا دَاخِلَ الْقَارَّةِ إِلَى حَوالَى ١٦٠٠٠ قَدَمٍ .

شِبْهُ جَزِيرَةِ
أَنْتَارَكْتِيكَا
هَضْبَةُ أَنْتَارَكْتِيكَا
أَنْتَارَكْتِيكَا الْغَرْبِيَّةُ
اَلْقُطْبُ الْجَنُوبِىُّ
سِلْسِلَةُ أَنْتَارَكْتِيكَا ترانسفيرس
رَصِيفُ روس الجليدى
بحر ويديل
شِبْهُ جَزِيرَةِ
أَنْتَارَكْتِيكَا
أ
بحر روس

مَنْظَرٌ جَانِبِىٌّ لِلْقَارَّةِ.

بِإِزَالَةِ الْغِلَافِ الْجَلِيدِىِّ (أعلى وأسفل) ، فَإِنَّ ٦٠٪ فَقَطْ مِنَ الْقَارَّةِ يُوجَدُ فَوْقَ مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ .

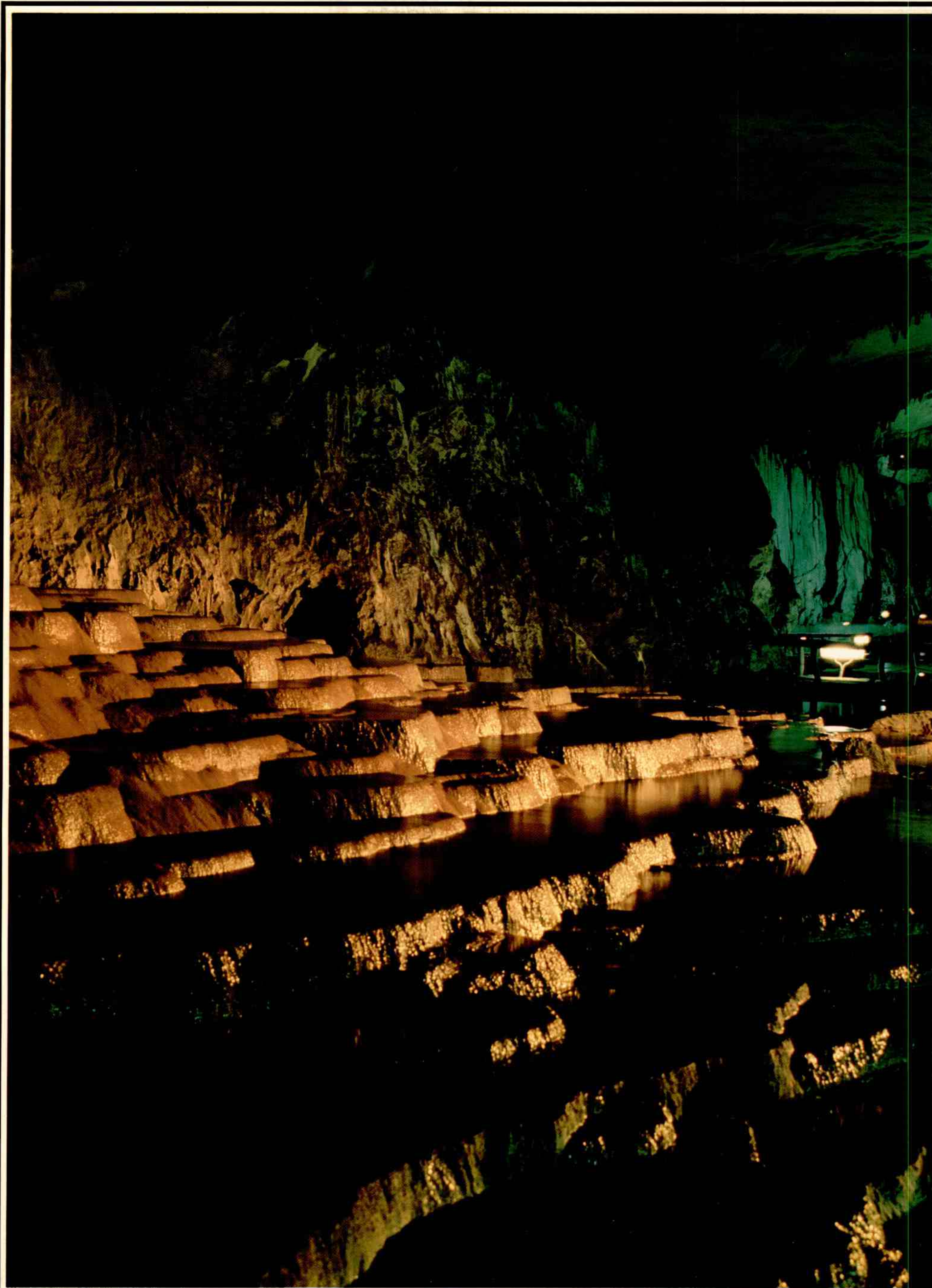
أ
سِلْسِلَةُ أَنْتَارَكْتِيكَا ترانسفيرس

3 المِيَاهُ الجوفِيَّةُ وَالبُحَيْرَاتُ

يُوجَدُ تَحْتَ سَطْحِ الْأَرْضِ بَيْنَ طَبَقَاتِ التُّرْبَةِ وَالصُّخُورِ ، شَبَكَةٌ كَبِيرَةٌ مِن الشُّقُوقِ وَالْـمَسَامِّ وَالتَّجَاوِيفِ المَمْلُوءَةِ بِالْمَاءِ . وهَذِهِ الشَّبَكَةُ الْجَوْفِيَّةُ تَكُونُ جُزْءًا هَامًّا مِن نِظَامِ تَصْرِيفِ الْمِيَاهِ بِالْأَرْضِ . وَهَذَا النِّظَامُ الْجَوْفِى يَعْمَلُ مِثْل إِسْفِنْجَةٍ سِرِّيَّةٍ عِمْلَاقَةٍ تَمْتَصُّ ، مِيَاهَ الْأَمْطَارِ وَمِيَاهَ الثُّلُوجِ الْمُنْصَهِرَةِ ثُمَّ تُحَرِّرُهَا بِبُطْءٍ . والْمِيَاهُ الجَوْفِيَّةُ رَغْمَ اخْتِفَائِهَا عَن الْأَنْظَارِ إِلَّا أَنَّهَا تَرْتَبِطُ ارْتِبَاطًا وَثِيقًا بِالْحَيَاةِ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ . فَهِىَ مَصْدَرٌ دَائِمٌ لِلْمَاءِ ، حَتَّى فِى شُهُورِ الْجَفَافِ ، حَيْثُ إِنَّهَا تَتَسَرَّبُ عَلَى شَكْلِ أَنْهَارٍ أَوْبُحَيْرَاتٍ أَوْ مُسْتَنْقَعَاتٍ أَوْ عُيُونِ مِيَاهٍ بَارِدَةٍ أَوْ سَاخِنَةٍ . وَفِى الصَّحْرَاءِ ، فَإِنَّ الْمِيَاهَ الْجَوْفِيَّةَ تُمِدُّ أَىَّ وَاحَةٍ عَرَضِيَّةٍ بِظُرُوفٍ مُنَاسِبَةٍ لِلْحَيَاةِ فِى أَكْثَرِ أَنْوَاعِ الْمُنَاخِ جَفَافًا . وَفِى الْمَنَاطِقِ الَّتِى تَسُودُهَا الصُّخُورُ الْجِيرِيَّةُ تَعْمَلُ الْمِيَاهُ الْجَوْفِيَّةُ عَمَلَ النَّحَّاتِ فَتُذِيبُ قَاعَ الصُّخُورِ وتُكَوِّنُ مَغَارَاتٍ مُمْتَدَّةً أَوْ حُفَرًا بِالُوعِيَّةً أَوْ وِدْيَانًا .

وقد اسْتَخْرَجَ النَّاسُ مُنْذُ آلَافِ السِّنِين ، الْمِيَاهَ الْجَوْفِيَّةَ مِن الْيَنَابِيعِ وَالْآبَارِ لاسْتِخْدَامِهَا فِى الشُّرْبِ وَالرَّىِّ . ولَكِنَّ المِيَاهَ الجَوْفِيَّةَ ــ مِثْلَ مَصَادِرِ الْمِيَاهِ الْأُخْرَى ــ يَسْهُلُ تَلَوُّثُهَا وَإِسَاءَةُ اسْتِعْمَالِهَا . وَفِى مَنَاطِقَ كَثِيرَةٍ ، تَسَرَّبَتْ مَوَادُّ كِيمْيَائِيَّةٌ مُلَوِّثَةٌ إلى مَصَادِرِ المِيَاهِ الجَوْفِيَّةِ ، وَسَمَّمَتْهَا . وَفِى مَنَاطِقَ أُخْرَى ، أُسْتُخْدِمَتْ مِضَخَّاتُ الْمِيَاهِ بِكَثْرَةٍ لَاتَسْمَحُ بِتَعْوِيضِ الْمَاءِ الْمُسْتَهْلَك ، وَبِذَلِكَ فَقَد أُسْتُنْزِفَ الْمَاءُ الجَوْفِىُّ بِدَرَجَةٍ خَطِيرَةٍ . ومَعَ الزِّيَادَةِ الثَّابِتَةِ فِى تَعْدَادِ سُكَّانِ العَالَمِ ، تَزْدَادُ الْحَاجَةُ لِلْمَاءِ . وَيَجِبُ حِمَايَةُ هَذَا الْمَصْدَرِ مِن الْمُلَوِّثَاتِ وَالِاسْتِنْزَافِ .

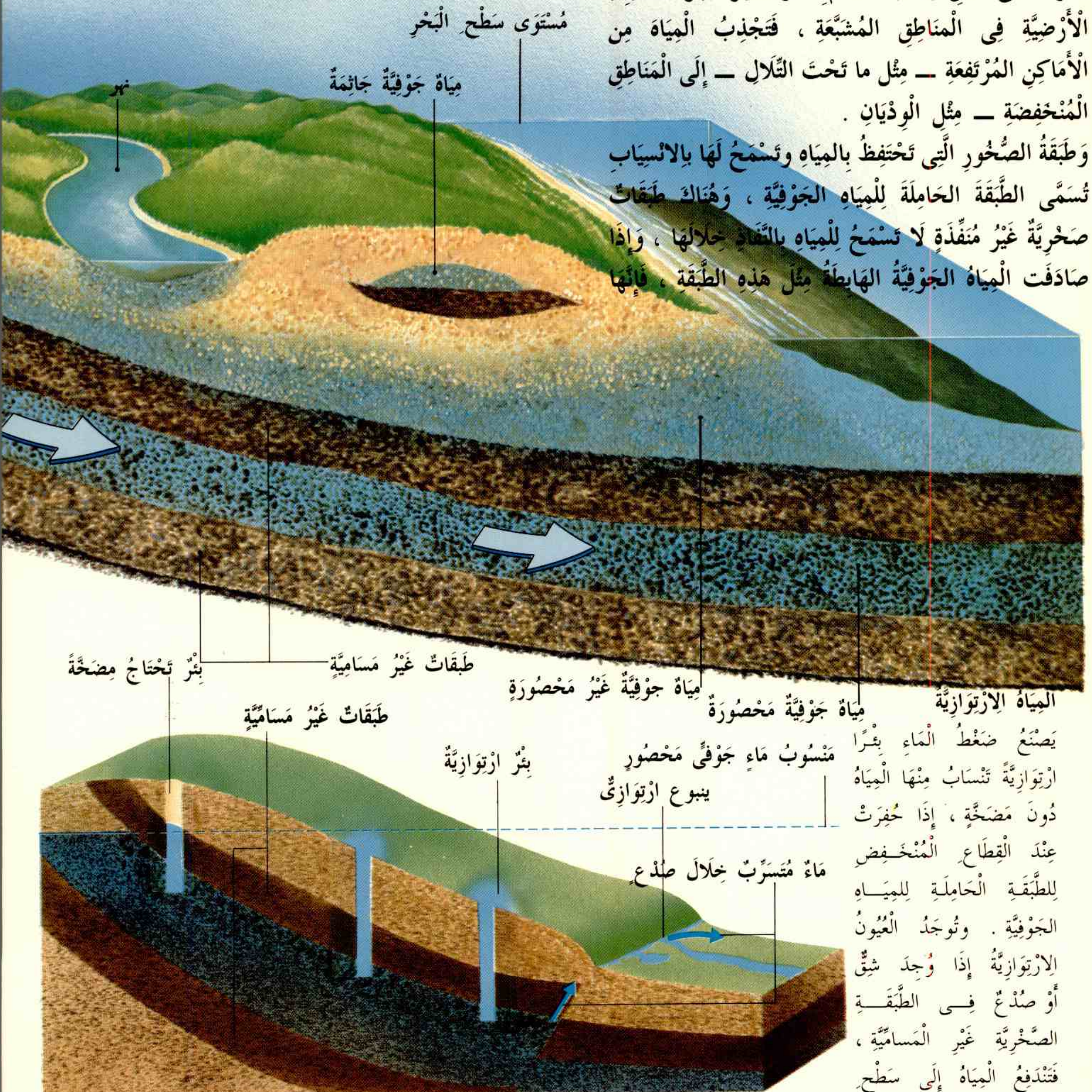
صُورَةٌ أَبْدَعَهَا صُنْعُ اللهِ سُبْحَانَهُ وَتَعَالَى ، لِمَغَارَةٍ جِيرِيَّةٍ مُظْلِمَةٍ شَكَّلَتْهَا المِيَاهُ الجَوْفِيَّةُ الشَّدِيدَةُ الِانْدِفَاعِ فِى الْيَابَانِ ، وَهِىَ كَهْفُ أَكِى يُوشِى . وَهَذِهِ المَصَاطِبُ المُسَمَّاةُ الأَطْبَاقَ المِائَة تَبْدُو كَأَنَّهَا نُحِتَتْ مِنْ حَجَرٍ مَرِنٍ .



لِمَاذَا تَنْسَابُ الْمِيَاهُ الْجَوْفِيَّةُ ؟

تُسَيْطِرُ الْجَاذِبِيَّةُ الْأَرْضِيَّةُ عَلَى حَرَكَةِ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ . فَعِنْدَمَا يَتَسَرَّبُ الْمَطَرُ دَاخِلَ التُّرْبَةِ ، فَإِنَّ الْجَاذِبِيَّةَ تَجْذِبُهُ إِلَى أَسْفَل حَتَّى يَصِلَ إِلَى مُسْتَوَى تَمْلأُ فِيهِ الْمِيَاهُ جَمِيعَ الْفَرَاغَاتِ فِي التُّرْبَةِ وَالصُّخُورِ ، وَمَتَى امْتَلأَتْ يُقَالُ إِنَّهَا تَشَبَّعَتْ ، وَيُسَمَّى السَّطْحُ الْعُلْوِيُّ لِلْمَاءِ بِمَنْسُوبِ الْمَاءِ . وَفِي الْمُنَاخِ الرَّطْبِ ، قَدْ يَكُونُ مَنْسُوبُ الْمَاءِ عَلَى عُمْقِ أَقْدَامٍ قَلِيلَةٍ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ ، وَفِي الْمَنَاطِقِ الْجَافَّةِ قَدْ يَكُونُ عَلَى عُمْقِ مِئَاتِ الْأَقْدَامِ . وَيَسْتَمِرُّ تَأْثِيرُ الْجَاذِبِيَّةِ الْأَرْضِيَّةِ فِي الْمَنَاطِقِ الْمُشَبَّعَةِ ، فَتَجْذِبُ الْمِيَاهَ مِن الْأَمَاكِنِ الْمُرْتَفِعَةِ ــ مِثْل مَا تَحْتَ التِّلَالِ ــ إِلَى الْمَنَاطِقِ الْمُنْخَفِضَةِ ــ مِثْلِ الْوِدْيَانِ .

وَطَبَقَةُ الصُّخُورِ الَّتِي تَحْتَفِظُ بِالْمِيَاهِ وَتَسْمَحُ لَهَا بِالانْسِيَابِ تُسَمَّى الطَّبَقَةَ الْحَامِلَةَ لِلْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ ، وَهُنَاكَ طَبَقَاتٌ صَخْرِيَّةٌ غَيْرُ مُنَفِّذَةٍ لَا تَسْمَحُ لِلْمِيَاهِ بِالنَّفَاذِ خِلَالَهَا ، وَإِذَا صَادَفَتِ الْمِيَاهُ الْجَوْفِيَّةُ الْهَابِطَةُ مِثْلَ هَذِهِ الطَّبَقَةِ ، فَإِنَّهَا تَتَجَمَّعُ عَلَى سَطْحِهَا مُكَوِّنَةً مِنْطَقَةً تُسَمَّى الْمِيَاهَ الْجَوْفِيَّةَ الْجَاثِمَةَ (أو السَّاكِنَة) . وَقَدْ تَنْحَصِرُ الطَّبَقَةُ الحَامِلَةُ لِلْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ بَيْنَ طَبَقَتَيْنِ غَيْرِ مَسَامِيَّتَيْنِ ، وَيَزْدَادُ الضَّغْطُ تَدْرِيجِيًّا عَلَى الْقِطَاعَاتِ السُّفْلِيَّةِ مِن الطَّبَقَةِ الْحَامِلَةِ لِلْمِيَاهِ بِسَبَبِ ثِقَلِ الْمَاءِ فَوْقَهَا ــ وَتَنْسَابُ الْمِيَاهُ الْجَوْفِيَّةُ دَائِمًا بِسُرْعَةٍ قَلِيلَةٍ ، مُتَوَسِّطُهَا بَيْنَ كَسْرِ الْبُوصَةِ وَعِدَّةِ أَقْدَامٍ فِي الْيَوْمِ .



الْمِيَاهُ الارْتِوَازِيَّةُ

يَصْنَعُ ضَغْطُ الْمَاءِ بِئْرًا ارْتِوَازِيَّةً تَنْسَابُ مِنْهَا الْمِيَاهُ دُونَ مِضَخَّةٍ ، إِذَا حُفِرَتْ عِنْدَ الْقِطَاعِ الْمُنْخَفِضِ لِلطَّبَقَةِ الْحَامِلَةِ لِلْمِيَاهِ الجَوْفِيَّةِ . وَتُوجَدُ الْعُيُونُ الارْتِوَازِيَّةُ إِذَا وُجِدَ شَقٌّ أَوْ صَدْعٌ فِي الطَّبَقَةِ الصَّخْرِيَّةِ غَيْرِ الْمَسَامِيَّةِ ، فَتَنْدَفِعُ الْمِيَاهُ إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ .

■ انْسِيَابُ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ

هُطُول (أَمْطَار)

مَجْرَى الْمَاءِ

مَنْسُوبُ الْمَاءِ الْجَوْفِيِّ

مِنَ الأَمطَار إِلَى الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ

تَرسِيبٌ

طَبَقَةٌ صَمَّاءُ غَيْرُ مَسَامِيَّةٍ

يَسْقُطُ الْمَطَرُ عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ .

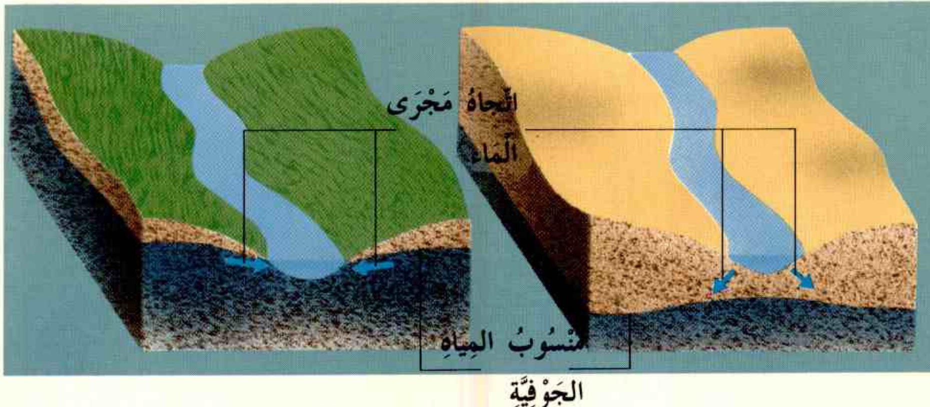
حَامِلَةُ مِيَاهٍ مَحْصُورَةٌ

مِيَاهٌ جَوْفِيَّةٌ

يَتَسَرَّبُ الْمَاءُ خِلَالَ التُّرْبَةِ لِيَصِلَ إِلَى مَنْسُوبِ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ .

مِنْطَقَةٌ غَيْرُ مُشَبَّعَةٍ

تَتَجَمَّعُ الْمِيَاهُ عَلَى الطَّبَقَةِ غَيْرِ الْمَسَامِيَّةِ الحَامِلَةِ لِلمِيَاهِ الجَوفِيَّةِ .



الْأَنْهَارُ وَالْمِيَاهُ الْجَوْفِيَّةُ

تَفْقِدُ الْأَنْهَارُ وَالْجَدَاوِلُ كَثِيرًا مِنْ مِيَاهِهَا فِى الْمَنَاطِقِ الْجَافَّةِ ، لِتُغَذِّىَ نِظَامَ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ التى يَكُونُ مَنْسُوبُهَا عَلَى عُمْقٍ كَبِيرٍ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ . أَمَّا فِى الْمَنَاطِقِ غَزِيرَةِ الْأَمْطَارِ ، فَيَكُونُ مَنْسُوبُهَا فِى مُسْتَوَى سَطْحِ مَاءِ النَّهْرِ ، أَوْ أَعْلَى مِنْهُ ، وَلِذَلِكَ فإنها تُغَذِّى النَّهْرَ بِالْمِيَاهِ .

كَيْفَ تُشَكِّلُ الْمِيَاهُ الْجَوْفِيَّةُ الأَرْضَ؟

فِى الْمَناطِقِ الصَّخْرِيَّةِ الْجِيرِيَّةِ تَلْعَبُ الْمِيَاهُ الْجَوْفِيَّةُ دَوْرًا فِى تَشْكِيلِ المظْهَرِ الأَرْضِىِّ بِإِذَابَةِ الصُّخُورِ الْجِيرِيَّةِ الَّتِى تَنْسَابُ خِلاَلَهَا . وَتُعْتَبَرُ حَرَكَةُ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ بَطِيئَةً جدًّا بِالْمُقَارَنَةِ بِحَرَكَةِ الأَنْهَارِ الَّتِى تَنْحتُ ضِفَافَهَا . وَلَكِنَّ مَاءَ الْمَطَرِ يَجْمَعُ بَعْضًا مِنْ ثَانِى أُكْسِيدِ الْكَرْبُونِ مِنَ الْجَوِّ ، وَعِنْدَمَا يَتَسَرَّبُ فِى بَاطِنِ الأَرْضِ يَجْمَعُ مَقَادِيرَ أَكْبَرَ مِنْ ثَانِى أُكْسِيدِ الْكَرْبُونِ مِن التُّرْبَةِ ، ويَتَكَوَّنُ حِمْضُ الكَرْبُونيك الَّذِى يَتَفَاعَلُ مَعَ الْحجرِ الْجيرِىِّ وَيُذِيبُهُ مُكَوِّنًا بِيكَرْبُونَاتِ الْكَالْسِيوم . فَتَظْهَرُ عِنْدَ سَطْحِ الأَرْضِ أَحْوَاضٌ وَاسِعَةٌ أَوْ حُفَرٌ غَائِرَةٌ فِى الأَمَاكِنِ الَّتِى ذَابَ الْحَجَرُ الْجِيرِىُّ تَحْتَهَا . أَمَّا تَحْتَ الأَرْضِ ، فَإِنَّ الْمِيَاهَ الجَوْفِيَّةَ تُذِيبُ أَمَاكِنَ اتِّصَالِ الصُّخُورِ بِبَعْضِهَا الْبَعْض ، وتَنْحتُ كُهُوفًا مُتَنَوِّعَةً . وَالأَمَاكِنُ الَّتِى تَنْتَشِرُ فِيهَا هَذِهِ الظَّوَاهِرُ ، تُسَمَّى صَفْحَةَ الأَرْضِ بِطُبُوغرافِيَّةِ الكَارِسْت نِسْبَةً إِلَى هَضْبَةِ الكَارِسْت بِشَمَالِ يُوغُوسْلاَفيَا . وَمَنَاظِرُ الكَارِسْت تَكَوَّنَتْ بِبُطْءٍ عَبْرَ آلاَفِ السِّنِينَ فِى الْمُنَاخِ الْحَارِّ الرَّطْبِ حَيْثُ يَتَوَافَرُ الْمَاءُ الْجَوفِىُّ الْمُنْسَابُ . وَرَغْمَ وَفْرَةِ الأَمْطَارِ فِى مَنَاطِقِ الكَارِسْت ، فَنادِرًا مَا يُوجَدُ بِهَا جَدَاوِلُ بِأَىِّ طُولٍ ، لأَنَّ مَاءَ الْمَطرِ سَرْعَانَ مَا يُصْبِحُ مَاءً جَوْفِيًّا مُخْتَفِيًا فِى الحفرِ الْبَالُوعِيَّةِ . وَفِى الْوِلاَيَاتِ المتَّحِدَةِ الأَمْرِيكِيَّةِ تُوجَدُ مَنَاطِقُ الكَارِسْت فِى عِدَّةِ وِلاَيَاتٍ مِنْهَا كنتاكى وفلوريدا وأنديانا .



تَعْرِيَةٌ بِوَاسِطَةِ الْمِيَاهِ الجَوْفِيَّةِ تَنْجتُ عَنْهَا هَضْبَةُ كَارِسْت كَبِيرَةٌ . وَقَد اكْتَسَبَتْ نَوْعِيَّتَهَا الْهَادِئَةَ الانْحِدَارِ مِنَ الحفْرَاتِ البَالُوعِيَّةِ وَوَجْهِ الطَّبَقَةِ الْجِيرِيَّةِ ، بَيْنَما يَتَخَلَّلُ الطَّبَقَةَ الصَّخْرِيَّةَ السُّفْلِيَّةَ مَغَارَاتٌ لاَ تُرى مِنْ سَطْحِ الأَرْضِ .

كارن (خندق)

واد منبسط

٣

تَطَوُّرُ هَضْبَةٍ كَارِسْتية

فِى الْمَرْحَلَةِ الْأَوَّلِيَّةِ (يسار) ، تَنْسَابُ الْمِيَاهُ الْجَوْفِيَّةُ إِلَى أَسْفَل وَبِالْعَرضِ خِلَالَ الْكُسُورِ وأَمَاكِنِ اتِّصَالِ الصُّخُورِ ، وَتُذِيبُ الصُّخُور الْجِيرِيَّةَ مُكَوِّنَةً تَجَاوِيفَ طَوِيلَةً أَوْ أَحْوَاضًا تُسَمَّى كَارِن (خنادق) وَيَبْدَأُ ظُهُورُ انْخِفَاضَاتٍ صَغِيرَةٍ عَلَى شَكْلِ بَالُوعَاتٍ .

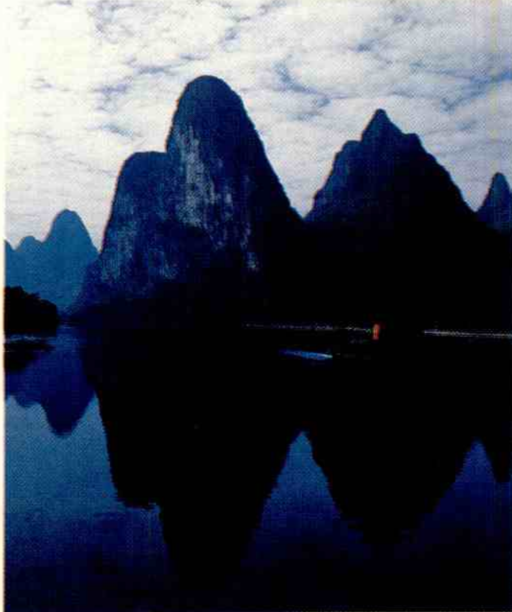


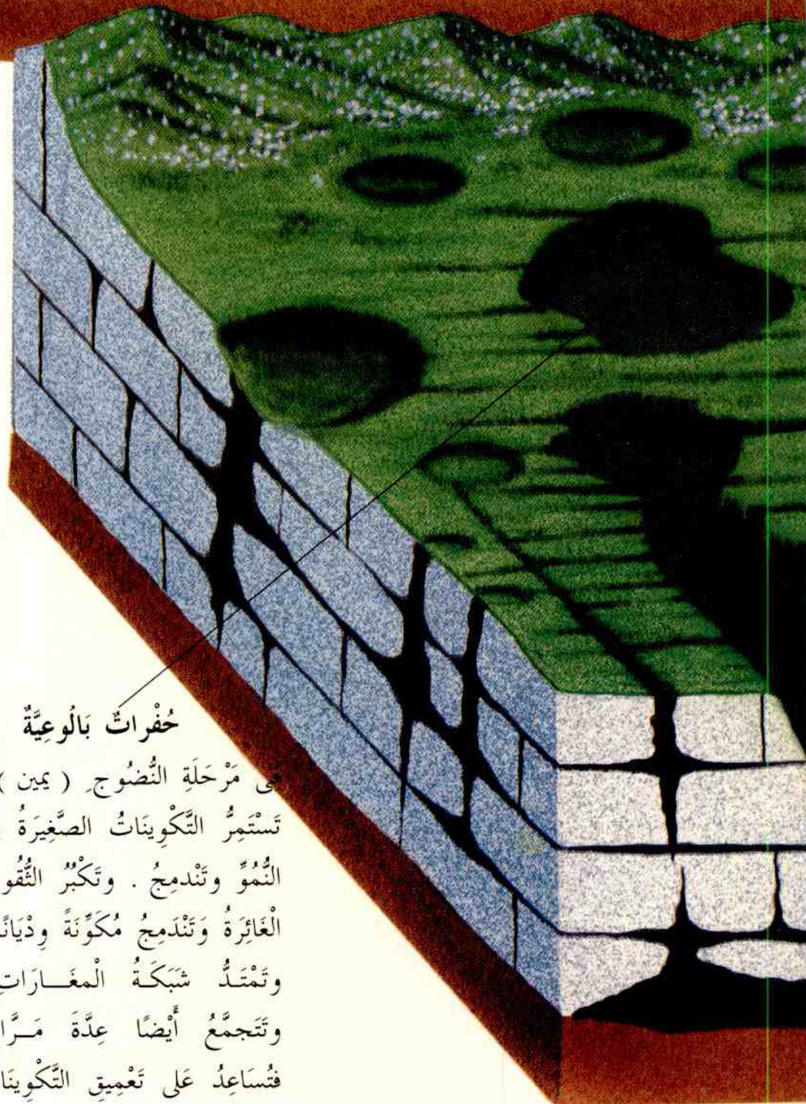


فِى الْمَرْحَلَةِ الْمتَوسِّطَةِ (يمين) ، يَعْمَلُ تَيَّارُ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ الْمُسْتَمِرُّ عَلَى تَوْسِيعِ مَجَارِيهَا ، وَيُضَخِّمُ التَّجَاوِيفَ وَالْأَحْوَاضَ لِتُصْبِحَ وِدْيَانًا صَغِيرَةً عَلَى سَطْحِ الْأَرْضِ . وَفِى نَفْسِ الْوَقْتِ يُشَكِّلُ الْمَغَارَاتِ فِى بَاطِنِ الْأَرْضِ . وَقَدْ تَتَجَمَّعُ بَعْضُ الْمغَارَاتِ مُكَوِّنَةً ثُقُوبًا غَائِرَةً عِنْدَ السَّطْحِ .

بُرْجُ الكَارِسْت الصينى

يُمَثِّلُ بُرجُ الكَارِسْت فى جُوِيلِين بالصين ، مَرْحَلَةً مُتَأَخِّرَةً فِى تكْوِينَاتِ الكارست — هَذِهِ الْأَبْرَاجُ الَّتِى تكَوَّنَتْ بَيْنَ حُفَرَاتِ بَالُوعِيَّةٍ قَدِيمَةٍ ، هِى كُلُّ مَا تبقَّى مِنْ طَبَقَةِ حَجَرٍ جِيرِىٍّ سَمِيكَةٍ .



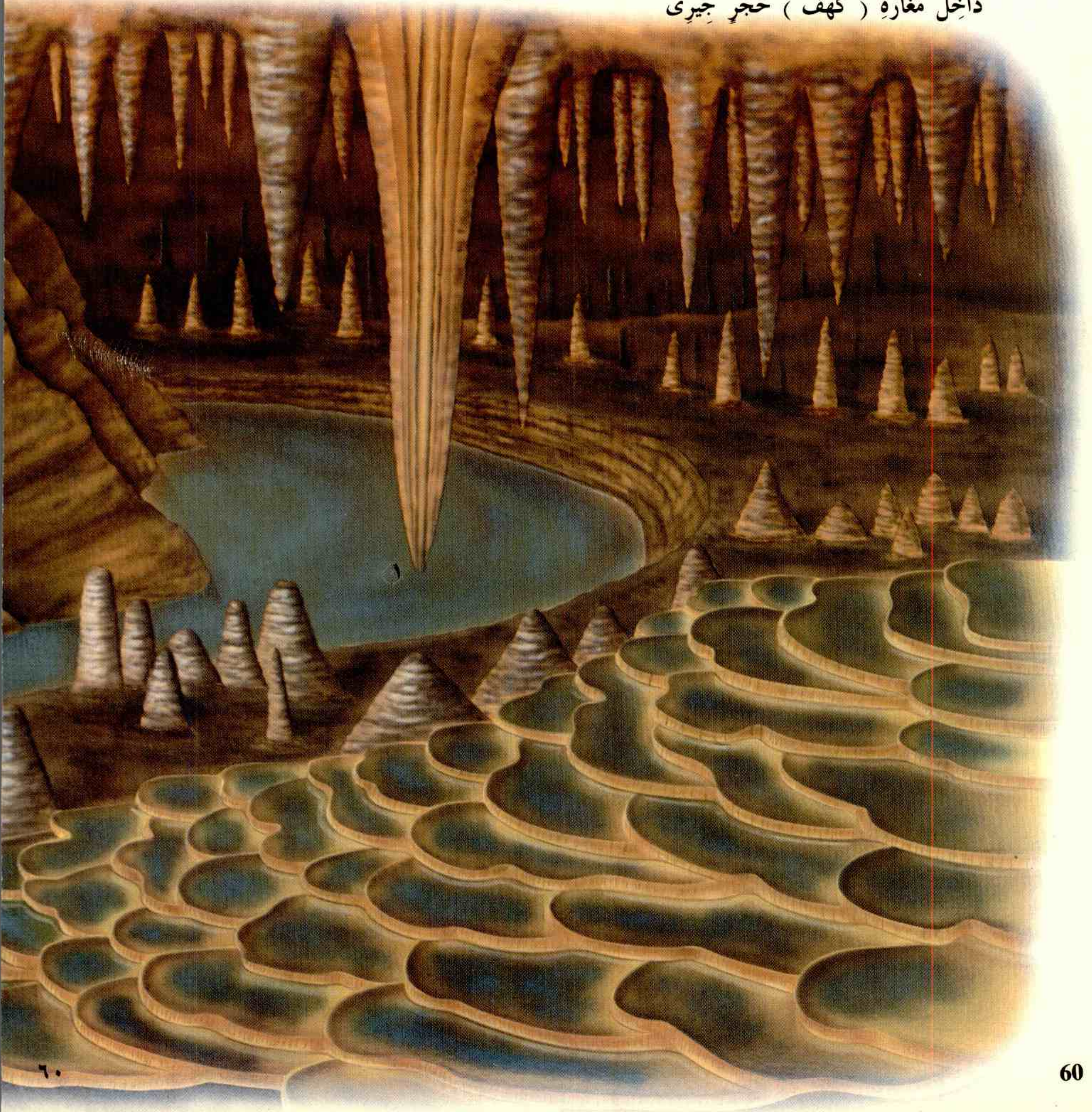


فِى مَرْحَلَةِ النُّضُوجِ (يمين) ، تَسْتَمِرُّ التَّكْوِينَاتُ الصَّغِيرَةُ فِى النُّمُوِّ وتَنْدمِجُ . وتَكْبُرُ الثُّقُوبُ الْغَائِرَةُ وَتَنْدَمِجُ مُكَوِّنَةً وِدْيَانًا . وتَمْتَدُّ شَبَكَةُ الْمغَارَاتِ ، وتَتَجمَّعُ أَيْضًا عِدَّةَ مَرَّاتٍ فتُسَاعِدُ عَلى تَعْمِيقِ التَّكْوِينَاتِ السَّطْحِيَّةِ .

كَيْفَ تَتَكَوَّنُ مَغَارَاتُ (كُهُوفْ) الْحَجَرِ الْجِيرِىِّ؟

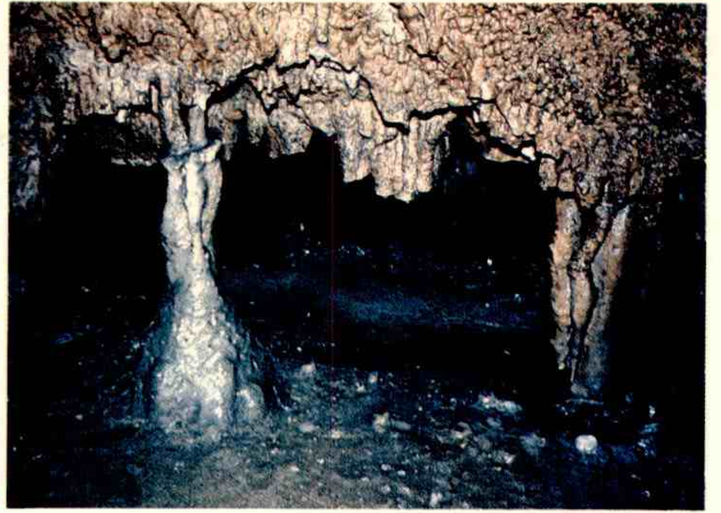
تتكَوَّنُ مَغَارَاتُ (كُهُوفُ) الْحَجَرِ الْجِيرِىِّ فِى مَرْحَلَتَينِ مُمَيَّزَتَيْنِ . فِى الْمَرْحَلَةِ الْأُولَى ، يُذِيبُ الْمَاءُ الْجَوْفِىُّ الحِمْضِىُّ صُخُورَ الْحَجَرِ الْجِيرِىِّ عَلَى طُولِ الشُّقُوقِ والْكُسُورِ . وَيَنْحَتُ الْمَاءُ الْمُنْسَابُ الْأَنْفَاقَ الْمُعَقَّدَةَ والمَمَرَّاتِ والغُرَفَ الَّتِى تُكَوِّنُ نفْسَ المَغَارَةِ أو الْكَهْفِ . وَيَحْدُثُ كُلُّ هَذَا تَحتَ مُسْتَوَى مَنْسُوبِ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ ، وَلِذَلِكَ تَمْتَلِئُ المَغَارَةُ (الكهف) بِالْمِيَاهِ بَعْدَ هَذِهِ الْعَمَلِيَّةِ . وتَبْدَأُ الْمَرْحَلَةُ الثَّانِيَةُ ، عِنْدَمَا يَنْخَفِضُ مَنْسُوبُ المِيَاهِ الجَوْفِيَّةِ ، وتَقُومُ المَغَارَةُ بِتَصْرِيفِ مِيَاهِهَا . وتَحْمِلُ المِيَاهُ المُتَسَرِّبَةُ مِنَ الْمَغَارَةِ (الكهف) الحَجَرَ الْجِيرِىَّ الذَّائِبَ مِنْ صُخُورِ الكَهْفِ الْعُلْوِيَّةِ . وَعِنْدَمَا تُقَابِلُ هَذِهِ الْمِيَاهُ الغَنِيَّةُ بِالْكالسيوم هَوَاءَ المَغَارَةِ وتَبْدَأُ فِى التَّبَخُّرِ فَإِنَّهَا تُرَسِّبُ حُمُولَتَهَا مِنْ كَرْبُونَاتِ الكالسيوم المُذَابَةِ ، وتَبْنِى مَجْمُوعَاتٍ مِن الْأَشْكَالِ الرَّائِعَةِ نُقْطَةً بَعْدَ نُقْطَةٍ . ومِنْ هَذِهِ التكْوِينَاتِ بالغَةِ الجَمَالِ ، النَّوَازِلُ ، وَالصَّوَاعِدُ ، والسَّتَائِرُ ، والْأَعْمِدَةُ ، والْأَحْوَاضُ ذَاتُ الشُّرُفَاتِ .

دَاخِلَ مَغَارَةِ (كهف) حَجَرٍ جِيرِىٍّ





يَتكَوَّنُ حَوْضٌ ذُو مصاطب عِنْدَمَا يَنسَابُ الْمَاءُ عَلَى سَطْحٍ مُنْحَدِرٍ .

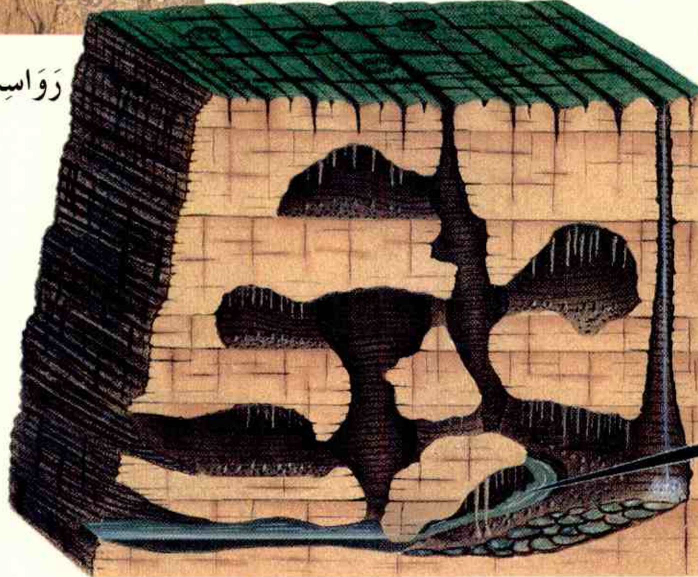


يَتكَوَّنُ عَمُودٌ عِنْدَ مَوْضِعِ اتِّصَالِ النَّوَازِلِ وَالصَّوَاعِدِ .



رَوَاسِبُ عَلَى شَكْلِ سِتَارَةٍ .

تَتكَوَّنُ النَّوازِلُ (١) عَالِقَةً بِالسَّقْفِ ، عِنْدَمَا يُنَقِّطُ المَاءُ خِلاَلَ شُقُوقِ سَقْفِ الكَهْفِ . وكُلُّ نُقْطَةٍ تَتْرِكُ رَاسِبًا مِن كَرْبُونَاتِ الكالسيوم بَعْدَ تَبَخُّرِهَا . وتَتجمَّعُ هَذِهِ الرَّوَاسِبُ مَعًا ، مُمْتَدَّةً مِنْ أَعْلَى إِلَى أَسْفَلَ ومُتَدَلِّيَةً مِن السَّقْفِ مِثْلِ الدَّلاَةِ الْجليدِيَّةِ . وهَذَا التكْوِينُ يَسْتَغْرِقُ قُرُونًا لِيَتِمَّ . (تَذكَّرْ أَنَّ النَّوازِلَ تَنْمُو مِن السَّقْفِ) . وتَتكَوَّنُ الصَّواعِدُ (٢) مِن الأَرْضِ إِلَى أَعْلَى ، تَحتَ النَّوازِلِ . وَنُقطُ الْمَاءِ الْهَابطَةُ مِنْ نِهَايَةِ النَّوازِلِ إِلَى الأَرْضِ ، بِهَا مَقَادِيرُ كَافِيَةٌ مِنْ كَرْبُونَاتِ الكالسيوم المُذَابَةِ ، فتُرَسِّبُ الْكَالْسِيت على الصَوَاعد عَلَى الأَرْضِ ، فَتَزْدَادُ الرَّوَاسِبُ عَلَيْهِ ، وَيَنْمُو إِلَى أَعْلَى مُكَوِّنًا عَمُودًا مِن الْقَاعِدَةِ . (تذكَّرْ أَنَّ الصَّوَاعِدَ تَنْمُو إِلَى السَّقْفِ) .



تَخْتَلِفُ تَكْوِينَاتُ الكَهْفِ فِى الشَّكْلِ واللَّونِ . الْكَالْسِيت (كربونات الكالسيوم المتبلرة) عَادَةً نِصْفُ شَفَّافٍ أَوْ أَبْيَضُ ، ولكِنَّهُ قَدْ يُوجَدُ فِى لَوْنٍ رَمَادِيٍّ أَوْ أَحْمَرَ حَسَبَ الشَّوَائِبِ الْمَوْجُودَةِ بِهِ .

مِنْ أَيْنَ تحصُلُ الْوَاحَةُ عَلَى مِيَاهِهَا ؟

الْوَاحَةُ هِىَ بُقْعَةٌ خِصْبَةٌ فِى الصَّحْرَاءِ يَتَوافَرُ فِيهَا الْمَاءُ عَلَى مَدَارِ السَّنَةِ ، وغَالِبًا يَكُونُ الْمَصْدَرُ مِن العُيُونِ الَّتِى تَسْتَمِدُّ مَاءَهَا مِنْ مِيَاهٍ جَوْفِيَّةٍ بَعِيدَةٍ عَن الْوَاحَةِ . وَتَبْدَأُ هَذِهِ المِيَاهُ مِن المَنَاطِقِ الجَبَلِيَّةِ الَّتِى تَسْقُطُ بِهَا بَعْضُ الْأَمْطَارِ ، حَتَّى فِى المُنَاخِ الْجَافِّ . وَالطَّبَقَةُ الحَامِلَةُ لِلمِيَاهِ الجَوْفِيَّةِ قَدْ تَتَجمَّعُ مِيَاهُهَا فِى وَاحَةٍ مُنْخَفِضَةٍ عَلَى شَكْلِ عَيْنٍ ارْتِوَازِيَّةٍ ، حَيْثُ تَنْدَفِعُ الْمِيَاهُ إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ مِنْ خِلَالِ أَىِّ شَقٍّ فِى الْمِنطَقَةِ الصَّحْرِيَّةِ .

وقَدْ تَظْهَرُ الطَّبَقَاتُ الحَامِلَةُ لِلمِيَاهِ الجَوْفِيَّةِ عَلَى سَطْحِ الصَّحْرَاءِ فِى الْأَمَاكِنِ الْمُنْخَفِضَةِ الَّتِى عَمِلَت الرِّيَاحُ عَلَى صَقْلِ وَتَآكُلِ الْأَرْضِ فِيهَا حَتَّى عُمْقٍ كَبِيرٍ كَافٍ لِإِظْهَارِ حَامِلَةِ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ . وَوَاحَاتٌ كَثِيرَةٌ ــ مِثْلُ الَّتِى فِى الصَّحْرَاءِ الكُبْرَى بِأَفْرِيقْيَا وصَحْرَاءِ جُوبِى بالصِّين ــ تَسْتَمِدُّ مِيَاهَهَا مِنْ طَبَقَاتِ الْحَجرِ الرَّمْلِىِّ الْمَسَامِيَّةِ الَّتِى تَمْتَصُّ الْأَمْطَارَ المَوْسِمِيَّةَ . وَالْأَنْهَارُ ــ مِثْلُ نَهْرِ النِّيلِ الْعَظِيمِ بِأَفْرِيقْيَا ــ يُمْكِنُ أَنْ تَكُونَ مَصْدَرًا لِمِيَاهِ الْوَاحَاتِ . فَيُمْكِنُ الحَفْرُ لِلْحُصُولِ عَلَى الْمَاءِ خِلَالَ تَسَرُّبِ الْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ قُرْبَ ضِفَافِ النَّهْرِ أَوْ بَعِيدًا عَنْهَا . وَأَيًّا كَانَ مَصْدَرُ مَاءِ الْوَاحَةِ ، فَهُو شُرْيَانُ الْحَيَاةِ لِلْإِنْسَانِ وَالحياةِ البَرِّيَّةِ فِى هَذِهِ الْمَنَاطِقِ الصَّحْرَاوِيَّةِ الْجَدْبَاءِ .

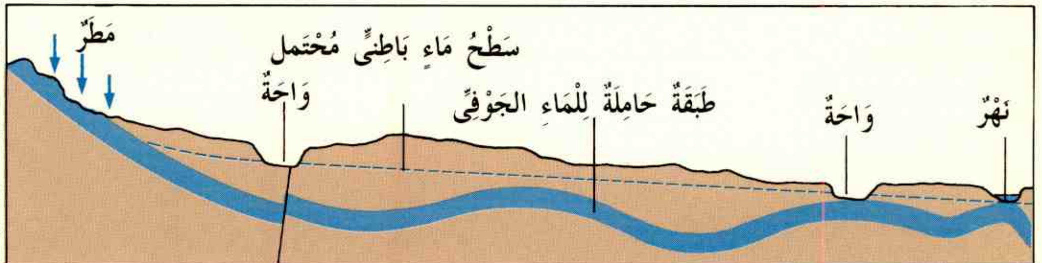
الْمَصْدَرُ الْخَفِىُّ لِمِيَاهِ الوَاحَةِ .

تُمِدُّ الْأَنْهَارُ الْوَاحَاتِ بِالْمَاءِ بِطَرِيقَتَيْنِ : مُبَاشِرَةٍ ، بِرِعَايَةِ الزِّرَاعَةِ عَلَى ضِفَافِ الْأَنْهَارِ ومَدِّ الْقُرَى عَلَى جَانِبى النَّهْرِ بِالْمِيَاهِ . وَغَيْرِ مُبَاشِرَةٍ ، بِالتَّسَرُّبِ إِلَى الطَّبقَاتِ الحامِلةِ لِلْمِيَاهِ الجَوْفِيَّةِ فِى الصَّحْرَاءِ ، الَّتِى تُغَذِّى بِالْمِيَاهِ عُيُونَ وَآبَارَ الْوَاحَاتِ الْبَعِيدَةِ .

الْآبَارُ الِارْتِوَازِيَّةُ الَّتِى يَتِمُّ حَفْرُهَا فِى الطَّبَقَاتِ الحامِلَةِ لِلْمِيَاهِ الجَوْفِيَّةِ المَحْصُورَةِ ، هِىَ مَصْدَرٌ هَامٌّ لِلْمِيَاهِ فِى الْمَنَاطِقِ الْقَاحِلَةِ ، نَظَرًا لِبُعْدِ مَنَابِعِ الْمِيَاهِ عَن الْوَاحَاتِ .

فَقْرُ حامِلَةِ الْمِيَاهِ

قَدْ تُوجَدُ الْوَاحَةُ حَيْثُ تَتَقَوَّسُ الطَّبَقَةُ الحَامِلَةُ لِلْمِيَاهِ لِأَعْلَى جِهَةَ السَّطْحِ ، أَوْ حَيْثُ تُكَوِّنُ التَّعْرِيَةُ بُقْعَةً مُنْخَفِضَةً تَكْشِفُ الطَّبَقَةَ الحَامِلَةَ لِلْمِيَاهِ ، أَوْ حَيْثُ يُوجَدُ شَقٌّ يَسْمَحُ بِخُرُوجِ الْمَاءِ كَعَيْنٍ ارْتِوَازِيَّةٍ .



عَيْنٌ ارْتِوازِيَّةٌ قَدْ تَظْهَرُ خِلالَ صُدْعٍ يَنْتُجُ عَنْ حَرَكَةِ الْأَرْضِ عِنْدَ مَكانِ الطَّبَقَةِ الحامِلَةِ لِلْمِياهِ الْجَوْفِيَّةِ ، فَيَصِلُ الْماءُ إِلَى السَّطْحِ .



وَاحَةٌ فِي صَحْرَاءِ جُوبِي بِالصِّينِ بِهَا نَبَاتَاتٌ قَلِيلَةٌ .

طبقة حاملة لِلمِياهِ الجَوْفِيَّة

الْمُسْتَنْقَعاتُ وَالْعُيُونُ والْبُحَيْراتُ قَدْ تَتَكَوَّنُ حَيْثُ يَعْمَلُ التَّآكُلُ عَلَى الْوُصُولِ إِلَى مُسْتَوَى حامِلَةِ الْمِياهِ الْجَوْفِيَّةِ ، أَوْ حَيْثُ تَرْتَفِعُ حامِلَةُ الْمِياهِ فَتَرفَعُ مَعَها مَنْسُوبَ الْمِياهِ الجَوْفِيَّةِ إِلَى سَطْحِ الْأَرْضِ .

مَطَرٌ

مَمَرَّاتٌ رَأْسِيَّةٌ

تَصْمِيمُ فقارة

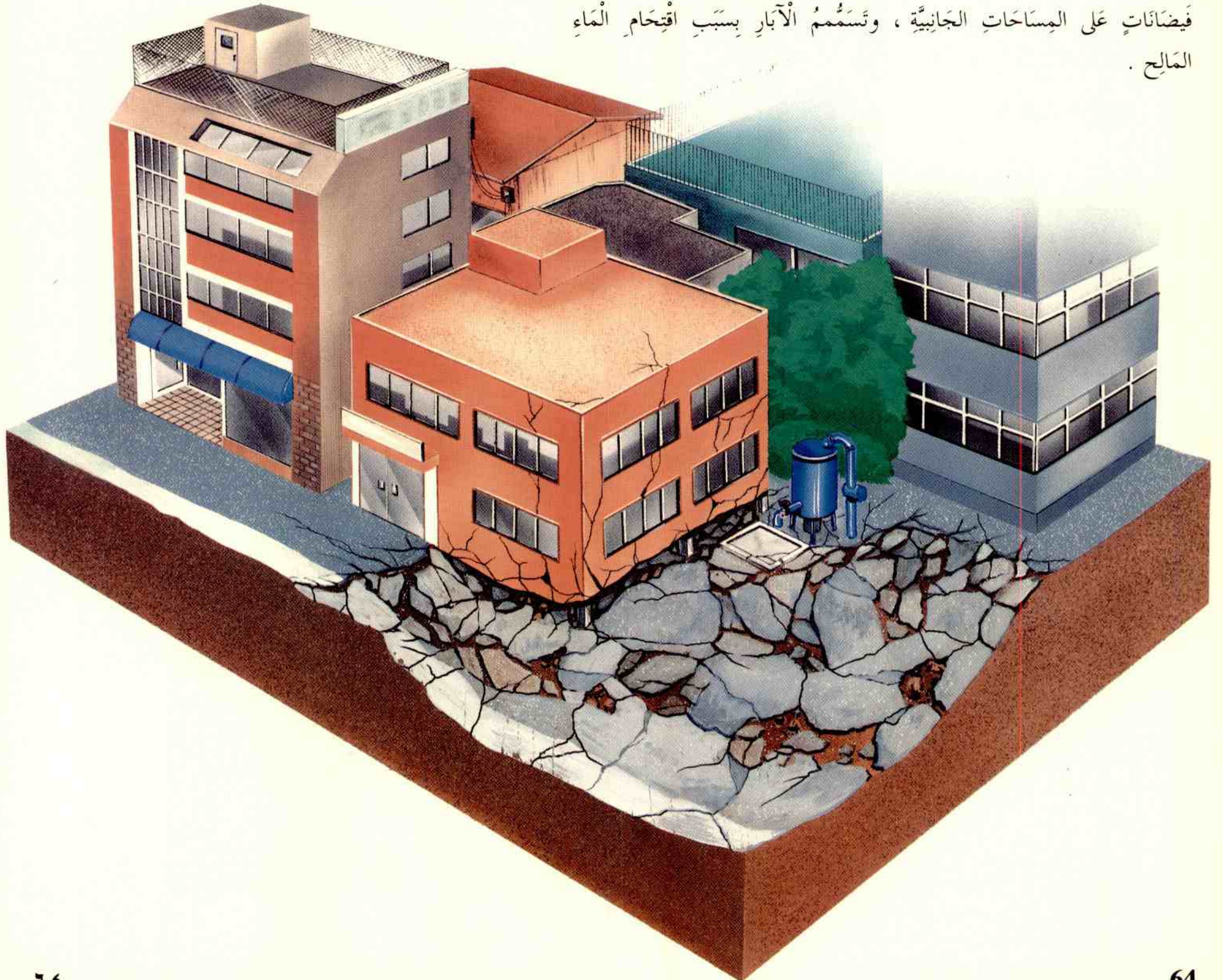
فِي بَعْضِ المَناطِقِ الْقاحِلَةِ يُسْتَخْدَمُ نِظَامٌ مَائِيٌّ خَاصٌّ يُسَمَّى الفقارة لِنَقْرِ الْمِياهِ الْجَوْفِيَّةِ فِي تَلٍّ وتَوْجِيهِهَا إِلَى قَرْيَةٍ قَرِيبَةٍ دُونَ تَبَخُّرٍ . فَيُوصِلُ نَفَقٌ أُفُقِيٌّ بِئْرَ الْمَنْبَعِ إِلَى قَنَاةٍ مُجَمِّعَةٍ عِنْدَ قَاعِدَةِ التَّلِّ . وتَسْمَحُ سِلْسِلَةٌ مِن الْمَمَرَّاتِ الرَّأْسِيَّةِ بِتَهْوِيَةِ النَّفَقِ وصِيانَتِهِ .

لِمَاذَا تَهْبِطُ الأَرضُ ؟

لِهُبُوطِ الْأَرْضِ أَسْبَابٌ كَثِيرَةٌ ، ولَكِنَّ أَكْثَرهَا شُيُوعًا هُوَ الضَّخُّ الِاسْتِنْزَافِىُّ لِلْمِيَاهِ الْجَوفِيَّةِ مِن الْآبَارِ . فَالْمَاءُ الَّذِى يَمْلأُ مَسَامَّ الطَّبَقَاتِ الحَامِلَةِ لِلْمِيَاهِ الْجَوْفِيَّةِ ، يَمْنَعُ هَذِهِ الْمَسَامَّ مِن التَّجمُّعِ . ولِأَنَّ الماءَ لايَسْهُلُ ضَغْطُهُ ، فَإنَّ الْمَاءَ فِى المسَامِّ يتحمَّلُ ضَغْطَ الْأَرْضِ فَوْقَهُ ، فيُحَافِظُ علَى هَيْكَلِ الطَّبَقَاتِ الحَامِلَةِ لِلْمِيَاهِ . وإِذَا سُحِبَ هَذَا الْمَاءُ مِن المسَامِّ بِضَخٍّ أَسْرعَ مِنْ مُعَدَّلِ التَّعوِيضِ فَإنَّ مَنْسُوبَ الْمَاءِ الْجَوْفِىِّ يَنْخفِضُ وَيَقِلُّ الضَّغْطُ فِى الطَّبَقَاتِ الحَامِلَةِ لِلْمِيَاهِ ، ويَنتُجُ عَنْ هَذَا انْضِغَاطُ فَرَاغَاتِ المسَامِّ ، فَتَهْبِطُ الْأَرْضُ . وقَدْ يَكُونُ الهبُوطُ خطِيرًا ، إِذَا كَانَتْ حُدُودُ الطَّبَقَاتِ الحَامِلَةِ ، طبَقَاتٍ مِن الصَّلْصَالِ . لِأَنَّ الْمَاءَ دَاخِلَ هَذِهِ الطَّبَقَاتِ يُسْحَبُ مِنْهَا ، فَتَنْضغِطُ بِشِدَّةٍ . وقَدْ يُؤَدِّى الضَّخُّ الِاسْتِنْزَافِىُّ إِلَى مُشْكِلَاتٍ أُخْرَى أَيْضًا . فَفِى المَنَاطِقِ السَّاحِلِيَّةِ قَدْ يُؤَدِّى انْخِفَاضُ ضَغْطِ المِيَاهِ الجَوْفِيَّةِ إِلَى انْدِفاعِ الماءِ المَالحِ مِن المُحِيطِ إِلَى الطَّبَقَاتِ الحَامِلَةِ لِلمِيَاهِ الجَوْفِيَّةِ ، فَيُلوِّثُ الآبَارَ السَّاحِلِيَّةَ . وهُبُوطُ الْأَرْضِ واقْتِحامُ المَاءِ المَالحِ أصبحَتا مِن المشْكِلَاتِ الخَطِيرَةِ فِى مَنَاطِقَ سَاحِلِيَّةٍ كَثِيرَةٍ .

أَضْرَارُ الْهُبُوطِ الأَرْضِى :

قَدْ يُسبِّبُ الهُبُوطُ تَصَدُّعَ المبَانِى وتَشَقُّقَ الشَّوَارِعِ المَرْصُوفَةِ ، أَوْ غَوصَ المبَانِى فِى الْأَرْضِ أَوْ مَيْلَهَا ، أَوْ تَحْطِيمَ خُطُوطِ المِيَاهِ والصَّرْف ، أَوْ إِتلافَ حَوَائِطِ الْآبَارِ وَالمِضخَّاتِ (أسفل) . أَمَّا الْأَضْرَارُ غَيْرُ المبَاشِرَةِ فَمِنْهَا حُدُوثُ فَيَضَانَاتٍ عَلى المِسَاحَاتِ الجَانِبِيَّةِ ، وتَسَمُّمُ الآبَارِ بِسَبَبِ اقْتِحَامِ الْمَاءِ المَالِحِ .



سَبَبُ الهُبُوطِ الْأَرْضِى

قَبْلَ الضَخِّ الاسْتِنْزَافِىِّ

بَعْدَ الضَخِّ الاسْتِنْزَافِىِّ

هُبُوطُ سطْحِ الْأَرْضِ

بئر

الطَّبَقَةُ السَّطْحِيَّةُ

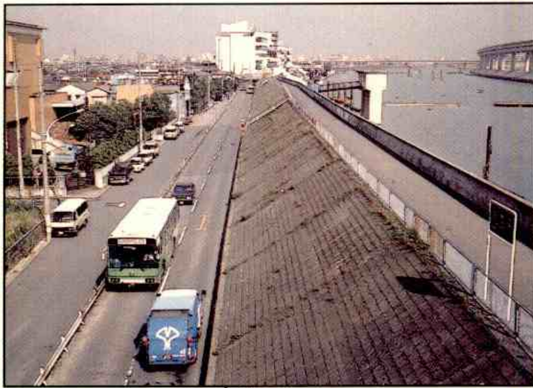
الانخِفَاضُ فِى مَنْسُوبِ المَاءِ الجَوفِى

انكِمَاشُ الصَّلْصَالِ

طَبَقَةُ الصَّلْصَالِ

طبقة حَامِلَةٌ لِلمِيَاه الجوْفِيَّة

حَرَكَةُ المِيَاهِ الجوْفِيَّةِ

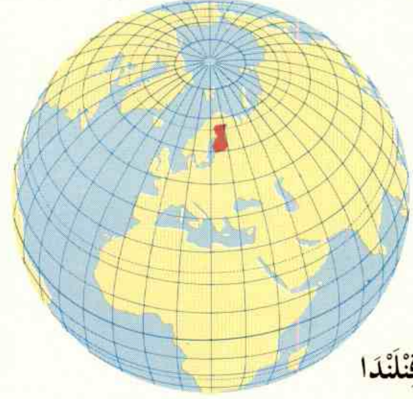


مَبَانٍ وسَيَّارَاتٌ ابتَلَعَها هُبُوطٌ أرضِىٌّ اتِّسَاعُهُ ٤٠٠ قَدَمٍ (يمين) ، بِسَبَبِ ضَخٍّ ثَقِيلٍ لِلْمِيَاهِ الجوْفِيَّةِ فِى وِنْتَر بارك بفلوريدا . وقَدْ تُؤَدِّى مُشْكِلَاتُ الهُبُوطِ إِلَى وُجُودِ مِسَاحَاتٍ تَحْتَ مُسْتَوى سَطْحِ البَحْرِ ، مِثْلِ هَذَا الشَّارِعِ فى طوكيو (أعلى) . ورَغْمَ حِمَايَتِهَا بِأَرْصِفَةِ المِينَاءِ أو الْحَوائِطِ ، إِلَّا أَنَّها تكُونُ مُعَرَّضَةً باسْتِمْرَارٍ لِأَخْطَارِ الْفَيضَانِ فِى الطَّقسِ السَّيِّئِ ، كَمَا يَكُونُ الصَّرْفُ فِيهَا دَائِمًا مِن المشْكِلَاتِ الصَّعْبَةِ .



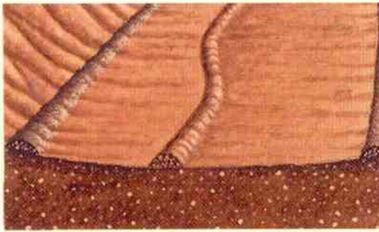
لماذا توجد بحيرات كثيرة فِى فِنلندا ؟

يَظْهَرُ ...,١٨٨ بُحَيْرَةٍ وَمُسْتَنْقَعٍ فِى فِنْلَنْدَا تُغَطِّى حَوَالَىْ ١٠ ٪ مِنْ مِسَاحَتِهَا الْكُلِّيَّةِ (البقعة الحمراء أسفل)، وَمُسْتَوَى مَنْسُوبِ الْمَاءِ الْجَوْفِىِّ مُرْتَفِعٌ فِى مُعْظَمِ الْمَنَاطِقِ بِسَبَبِ انْبِسَاطِ صَفْحَةِ أَرْضِ فِنْلَنْدَا وَضَعْفِ تَصْرِيفِ الْمِيَاهِ . وَقَدْ سَبَّبَ هَذَا تَكَوُّنَ نِظَامٍ مُعَقَّدٍ مِنَ الْبُحَيْرَاتِ وَالْأَنْهَارِ بَطِيئَةِ الْحَرَكَةِ . وَتَرْجِعُ أَرْضُ فِنلَنْدَا الْمُشَبَّعَةُ بِالْمَاءِ إِلَى ذَوَبَانِ الْغِطَاءِ الْجَلِيدِىِّ . وَقَدْ تَأَثَّرَ الصَّرْفُ أَيْضًا بِكُتَلِ الرُّكَامَاتِ الْجَلِيدِيَّةِ مِنَ الرَّمْلِ وَالحَصَى وَالجَلَامِيدِ ، الَّتِى تَخَلَّفَتْ عِنْدَ انْحِسَارِ الْغِطَاءِ الْجَلِيدِىِّ . وَمَازَالَ هَذَا الرُّكَامُ الْجَلِيدِىُّ ظَاهِرًا فِى بَعْضِ الْأَمَاكِنِ عَلَى شَكْلِ سَلَاسِلَ طُولِيَّةٍ ضَيِّقَةٍ مُرْتَفِعَةٍ تُسَمَّى



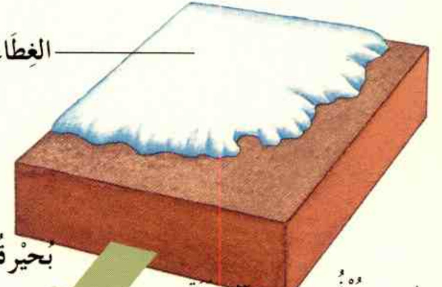
نَشْأَةُ فِنْلَنْدَا

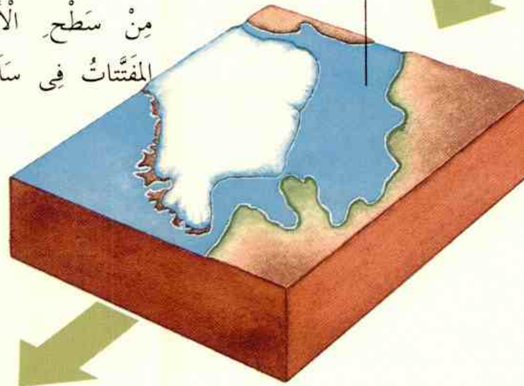




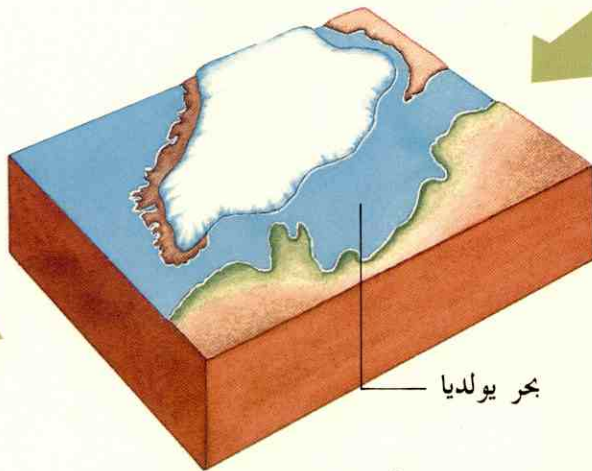
تَكَوُّنُ الإِسْكَر

عِنْدَمَا انْحَسَرَ الْغِطَاءُ الْجَلِيدِىُّ الْقَارِّىُّ عَنِ الْأَرْضِ الَّتِى أَصْبَحَتْ فِنْلَنْدَا ، فَإِنَّ الْمَاءَ الْمُنْصَهِرَ كَوَّنَ جَدَاوِلَ مَاءٍ نَشِطَةً تَجْرِى وَسْطَ الْغِطَاءِ الْجَلِيدِىِّ وَعِنْدَ قَاعِدَتِهِ . وَقَدْ حَمَلَتْ هَذِهِ الْجَدَاوِلُ أَطْنَانَ الصُّخُورِ وَالْمُفَتَّتَاتِ الَّتِى كَشَطَتْهَا مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ . وَاسْتَقَرَّتِ الْمُفَتَّتَاتُ فِى سَلَاسِلَ طُولِيَّةٍ ضَيِّقَةٍ مُرْتَفِعَةٍ تُسَمَّى الإِسْكَر وَظَهَرَتْ عِنْدَمَا انْصَهَرَ الْغِطَاءُ الْجَلِيدِىُّ .





١ ــ مُنْذُ ٣٥٠٠٠ سَنَةٍ حَتَّى ١١٠٠٠ سَنَةٍ مَضَتْ ، بَدَأَ الْغِطَاءُ الْجَلِيدِىُّ فَوْقَ أَرْضِ فِنْلَنْدَا فِى الِانْحِسَارِ ، وَتَرَكَ خَلْفَهُ بُحَيْرَةَ الْبَلْطِيقِ الْجَلِيدِيَّةَ ذَاتَ الْمَاءِ الْعَذْبِ ، وَهِىَ أَصْلُ بَحْرِ الْبَلْطِيقِ الْيَوْمَ .

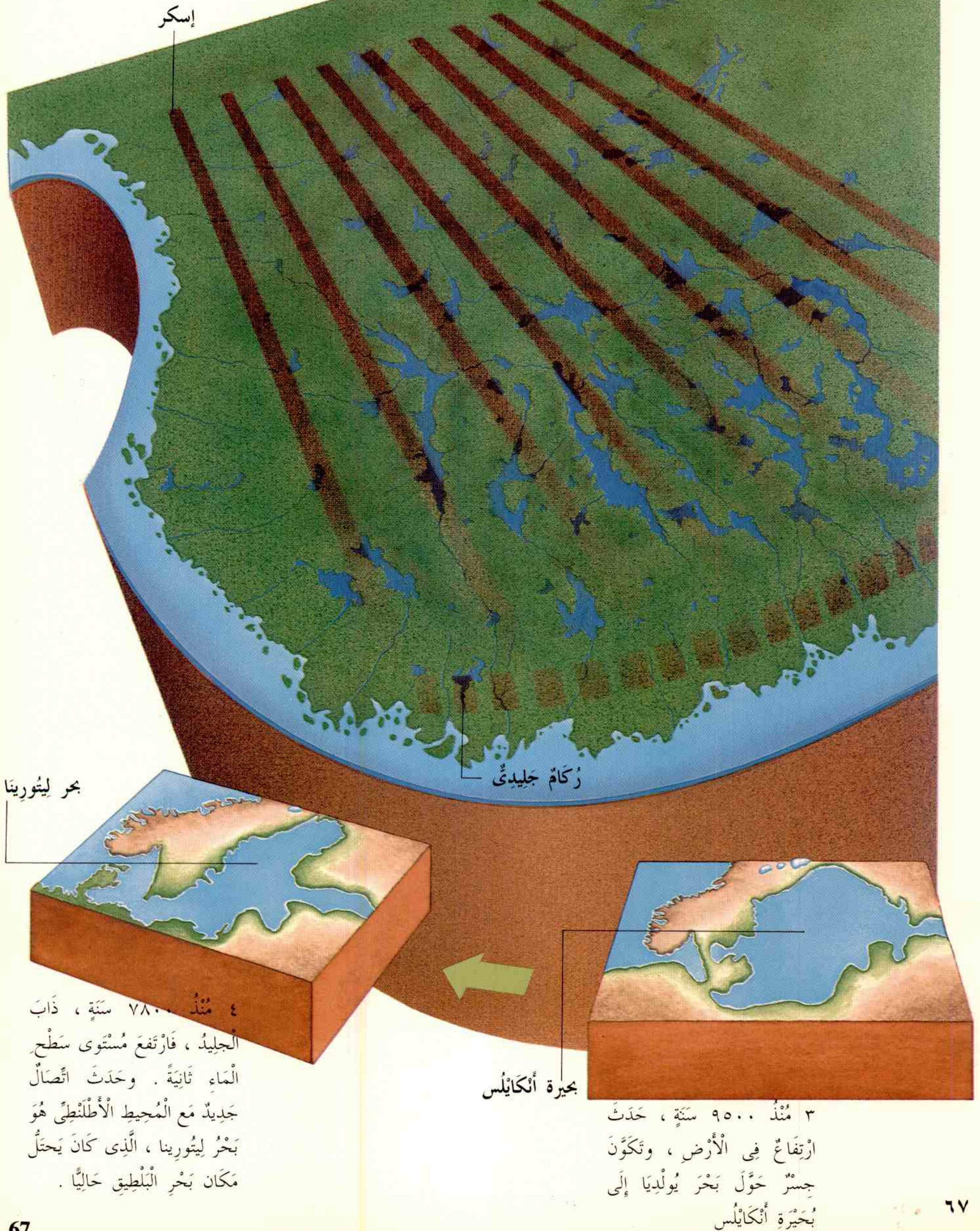


٢ ــ مُنْذُ ١٠٠٠٠ سَنَةٍ ، وَبَعْدَ انْصِهَارٍ مُتَعَدِّدٍ لِلْغِطَاءِ الْجَلِيدِىِّ ، ارْتَفَعَتْ بُحَيْرَةُ الْبَلْطِيقِ وَصَرَفَتْ مِيَاهَهَا حَتَّى مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ وَدَخَلَ الْمَاءُ الْمَالِحُ إِلَى الْبُحَيْرَةِ ، وَحَوَّلَهَا إِلَى بَحْرِ يُولْدِيَا .



تُوجَدُ بُحَيْرَاتٌ مِثْلُ هَذِهِ عَلَى أَرْضِ فِنْلَنْدَا .

الْإِسْكَر ، وتَمْتَدُّ شَمَالًا وَجَنُوبًا . ومِمَّا زَادَ تَعْقِيدَ الصَّرْفِ فِى الْمِنْطَقَةِ ، ارْتِفَاعُ الْأَرْضِ عِنْدَمَا زَالَ ثِقَلُ الْغِطَاءِ الْجَلِيدِىِّ بَعْدَ انْحِسارِهِ . فَقَدْ بَدَّلَ هَذَا الِارْتِفَاعُ نِظَامَ الصَّرْفِ ، وَكَوَّنَ مُسْتَنْقَعَاتٍ وَاسِعَةً تُعَوِّقُ الِانْسِيَابَ عَلَى السَّطْحِ .



٤ مُنْذُ ٧٨٠٠ سَنَةٍ ، ذَابَ الْجلِيدُ ، فَارْتَفعَ مُسْتَوى سَطْحِ الْمَاءِ ثَانِيَةً . وحَدَثَ اتِّصَالٌ جَدِيدٌ مَع الْمُحِيطِ الْأَطْلَنْطِىِّ هُوَ بَحْرُ لِيتُورِينا ، الَّذِى كَانَ يَحتَلُّ مَكَان بَحْرِ الْبَلْطِيق حَالِيًّا .

٣ مُنْذُ ٩٥٠٠ سَنَةٍ ، حَدَثَ ارْتِفَاعٌ فِى الْأَرْضِ ، وتَكَوَّنَ جِسْرٌ حَوَّلَ بَحْرَ يُولْدِيَا إِلَى بُحَيْرَةِ أَنْكَايْلُس

٤ عَمَلُ الْمُحِيطَاتِ

تَتحرَّكُ الْمُحِيطَاتُ فِى إيقَاعٍ لانِهَائى بِسَبَبِ قُوَّتِهَا الْمُسْتَمَدَّةِ مِنْ دَفْعِ الرِّيَاحِ ودَوَرَانِ الأَرْضِ وَالْفُرُوقِ فِى دَرَجَاتِ حَرَارَةِ الْمِيَاه . وتَحْمِلُ تَيَّارَاتُ الْمُحِيطِ الْمِيَاهَ الدَّافِئَةَ مِنْ خطِّ الاسْتِوَاءِ إِلَى الْقُطْبَيْنِ ، وَالْمِيَاهَ البَارِدَةَ فِى الاتِّجَاهِ الْمُضَادِّ . وَأَبْرَدُ وأَعْمَقُ التَّيَارَاتِ تَأْخُذ طَرِيقَهَا عبر مَظْهَرٍ أَرْضِىٍّ مُخْتَفٍ من الْجِبَالِ الْعَالِيَةِ عَلَى أَعْمَاقٍ سَحِيقَةٍ فِى قَاعِ الْبَحْرِ . وَقُرْبَ السَّطْحِ ، تُسَاعِدُ التَّيَّارَاتُ الدَّافِئَةُ الْمِنْطَقَةَ عَلَى نُمُوِّ الشِّعابِ الْمَرْجَانِيَّةِ على طُولِ الْمَنَاطِقِ الاسْتِوَائِيَّةِ .

وعَلَى نِطَاقٍ أَصْغَر ، فَإِنَّ أَمْوَاجَ الْمُحِيطِ وَالتَّيَّارَاتِ الْبَحْرِيَّةَ المحَلِّيَّةَ تَنْحتُ الْأَرْض بِطُرُقٍ خاصَّةٍ . فمثَلًا ، إِذَا كَان يَحِفُّ السَّاحِلَ رَفٌّ مِن الصُّخُورِ اللَّيِّنَةِ الْمُنْحَدِرَةِ ، فَإِنَّ فِعْلَ الْأَمْوَاجِ يَعْمَلُ عَلى تآكُلِ الأَرْضِ لِيُكَوِّنَ جُروفًا شَاهِقَةً (يسار) . أَمَّا التَّيَّارَاتُ الدُّوَّامِيَّةُ فَتُرسِّبُ المفَتَّتاتِ الناتجة عن التَّعْرِيَةِ عَلَى هَيْئَةِ حَوَاجِزَ رَمْلِيَّةٍ مُرْتَفِعَةٍ وَأَلْسِنَةٍ عَلَى طُولِ السَّاحِلِ .

وَيتِمُّ أَيضًا تَغَيُّراتٌ أَدَقُّ عَلى مَسْتَوًى مُصَغَّرٍ فَحرَارَةُ الشَّمْسِ تُبخِّرُ مِيَاهَ الْمُحِيطَاتِ إِلَى الغِلَافِ الجوِّىِّ . وهَذِهِ الْعَمَلِيَّةُ باعْتِبَارِهَا جُزْءًا مِن الدَّوْرَةِ الْكَبِيرَةِ لِلْمَاءِ فِى الْأَرْضِ ، فَإِنَّهَا تَلْعَبُ دَوْرًا حَيَوِيًّا فِى التَّوَازُنِ الكِيمْيَائِىِّ والبِيُولُوجِىِّ لِلْأَرْضِ .

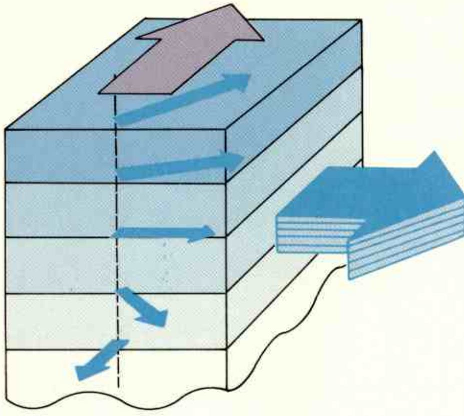
وَيَتَحدَّدُ مُسْتَوَى سَطْحِ مَاءِ الْبَحْرِ بِتَبَخُّرِ الْمُحِيطِ ، وَسُقُوطِ الْمَطَرِ وَالثَّلْجِ وَالْجَلِيد ، وَكَمِّيَّةِ الجَلِيدِ القَارِّىِّ الْمُنْصَهِرِ . وَفِى هَذَا الْفَصْلِ سَنَتَنَاوَلُ أَثَرَ كُلِّ هَذِهِ الْعَوَامِلِ وَحَرَكَاتِ الْمُحِيطَاتِ الْأُخْرَى بِمَا فِيهَا مَا يَنْجُمُ عَن انْصِهَارٍ مُفَاجِئٍ لِلْقَلَنْسُوَةِ الْجَلِيدِيَّةِ الْقُطْبِيَّةِ (ص٧٢ — ٧٣) .

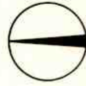
أَمْوَاجٌ تَرْتَطِمُ برِفْقٍ بِأَحَدِ شَوَاطِئِ نُورْمَانْدِى فِى فَرَنْسَا ، حَيْثُ عَمِلَ الْبَحْرُ المتقدِّمُ نحوَ الشَّاطِئِ ذِى الصُّخُورِ الجيرِيَّةِ ، عَلَى نَحْتِهَا إِلَى حُرُوفٍ وَأَقْوَاسٍ طَبَاشِيرِيَّةٍ . وَالْمَسَلَّةُ الْمُنْفَرِدَةُ يَمِينَ الشَّكْلِ ، تُبَيِّنُ مَكَانَ خطِّ السَّاحِلِ يَوْمًا مَا .

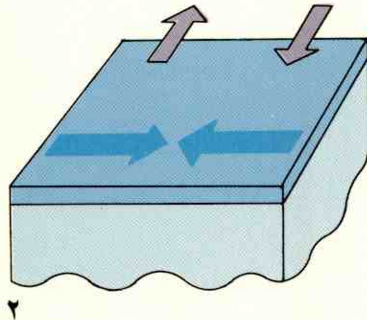


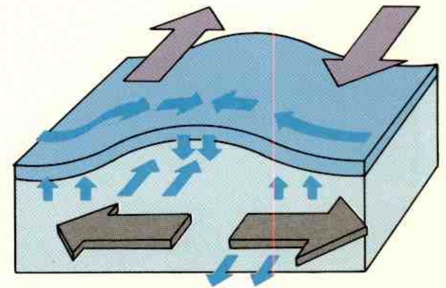
الْبِحَارُ الْمُنْتَفِخَةُ

رِيَاحٌ تَهُبُّ عَلى الْمُحِيطِ (١) تُحْدِثُ تَيَّارًا مُوَازِيًا لِلسَّطْحِ يَنْحرِفُ ٩٠° بِوَاسِطَةِ دَوَرَانِ الْأَرْضِ . وبِهَذِهِ الطَّرِيقَةِ فَإِنَّ الرِّيَاحَ التِّجَارِيَّةَ الشَّرْقِيَّةَ وَالرِّيَاحَ الْغَرْبِيَّةَ السَّائِدَةَ تُسَيِّرُ تَيَّارَاتِ مُحِيطٍ مُتَضَادَّةٍ (٢) تَتَقَارَبُ فِى مُنْتَصَفِ دَوَائِرِ الْعَرْضِ فِى كُلٍّ مِنْ نِصْفَى الكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ . وَيَنْتَفِخُ وسَطُ المُحِيطِ (٣) بِسَبَبِ انْحِصَارِهِ بَيْنَ هَذَيْنِ التَّيَّارَيْنِ المُتَضَادَّيْنِ . وتُحْدِثُ هَـذِهِ الانْتِفَاخَاتُ المُحِيطِيَّةُ ضَغْطًا جَاذِبًا لِطَبَقَاتِ الْمَاءِ تَحتَهَا ، فَتُولِّدُ تَيَّارَاتٍ أَعْمَقَ (٤) .



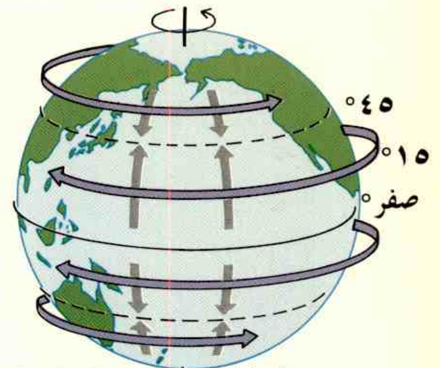






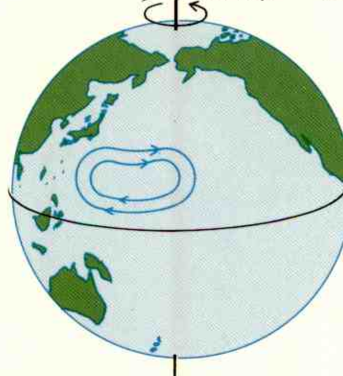
قُوَى تُشكِّلُ تَيَّارَاتِ الْمُحِيطِ

فِى كُلٍّ مِنْ نِصْفَى الكُرَةِ ، تَقُومُ الرِّيَاحُ التِّجَارِيَّةُ الَّتِى تَهُبُّ مِن الشَّرْقِ ، بِإِحْدَاثِ تَيَّارٍ مِنْ مَاءِ المُحِيطِ يَنْسَابُ فِى اتِّجَاهِ الْغَرْبِ عِنْدَ خَطِّ عَرْضِ ١٥° تقْرِيبًا . وفِى نَفْسِ الْوَقْتِ ، فَإِنَّ الرِّيَاحَ الْغَرْبِيَّةَ ، تُحْدِثُ تَيَّارًا يَنْسَابُ فِى اتِّجَاهِ الشَّرْقِ عِنْدَ خَطِّ عرض ٤٥° . وَيَنْحَرِفُ هَذَانِ التَّيَّارَانِ عَنْ مَسَارَيْهِمَا بِسَبَبِ دَوَرَانِ الْأَرْضِ . فَتَتَّجِهُ التَّيَّارَاتُ فِى نِصْفِ الكُرَةِ الشَّمَالِىِّ إِلَى يَمِينِهَا ، بَيْنَمَا تَتَّجِهُ التَّيَّارَاتُ فِى نِصْفِ الكُرَةِ الجنُوبِى إِلَى يَسَارِهَا .



أَوْسَعُ دُوَّامَةٍ فِى الْعَالَمِ

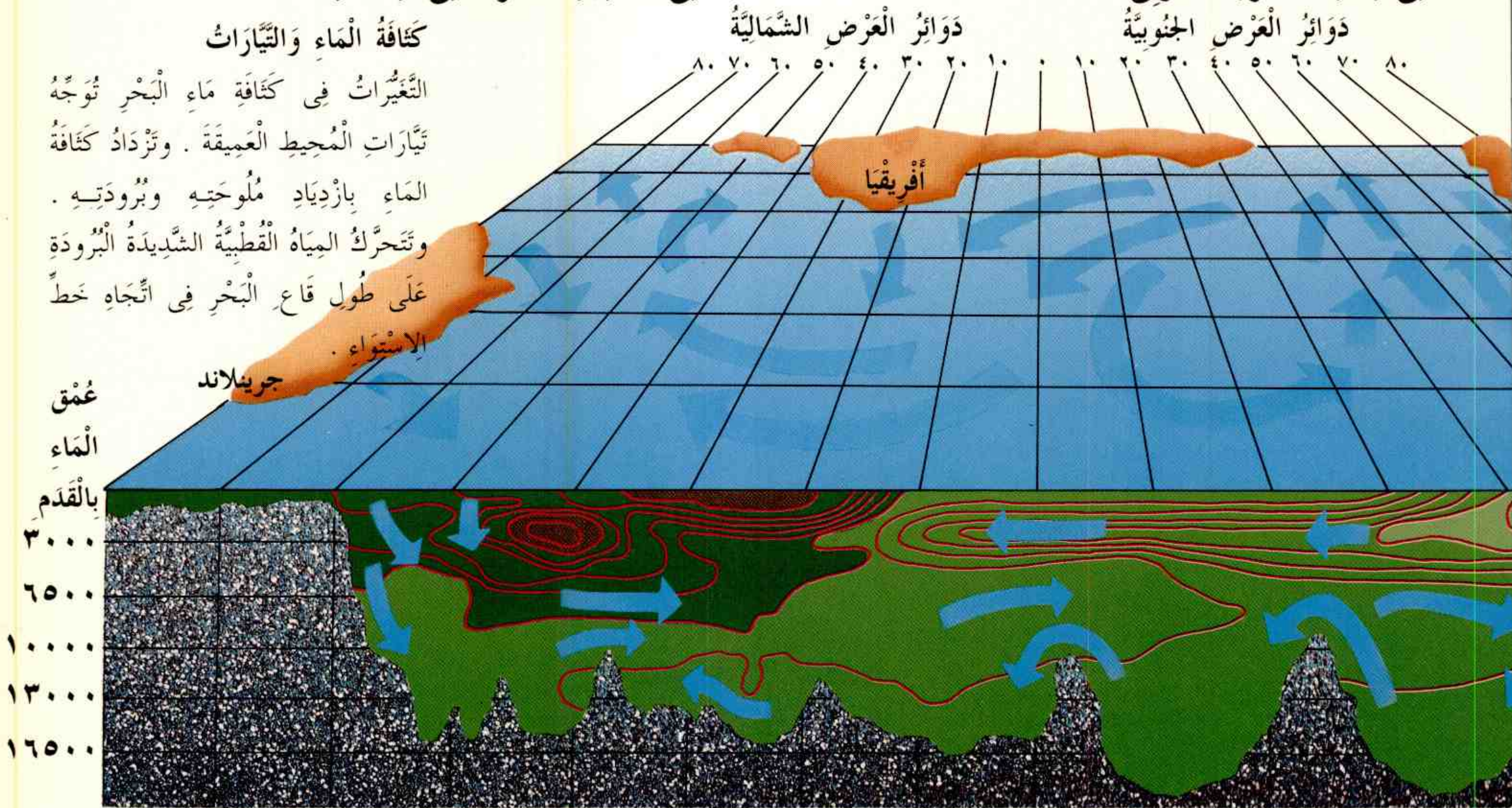
التَّيَّارُ الِاسْتِوَائِىُّ المُتَّجِهُ نَحْوَ الْغَرْبِ ، يَنْحَنِى فِى اتِّجَاهِ القُطْبِ ، بِسَبَبِ قُوَّةِ دَوَرَانِ الْأَرْضِ . وعِنْدَ دَائِرَةِ عَرْضِ ٤٥° تقْرِيبًا ، يَلْتَقِى مَعَ تَيَّارٍ مُتَّجِهٍ نَحْوَ الشَّرْقِ . فَيَنْدَمِجُ التَّيَّارَانِ لِيُكَوِّنَا مَعًا تَيَّارًا دَائِرِيًّا أَوْ حَلزُونِيًّا . والدَّوَرَانُ المِغْزَلِىُّ لِلأَرْضِ يَجْذِبُ مَرْكَزَ الحَلَزُونِ جِهَةَ الْغَرْبِ ، ولِذَلِكَ تَكُونُ التَّيَّارَاتُ عَلَى الْجَانِبِ الْغَرْبِىِّ أَضْيَقَ وأَسْرَعَ .



تتحرك الْمُحِيطاتُ ؟

تَعْمَلُ تَيَّارَاتُ الْمُحِيطِ كَمُبَدِّلَاتٍ حَرَارِيَّةٍ عَالَمِيَّةٍ ، فَهِىَ تُحَرِّكُ الْمَاءَ مِنْ مِنْطَقَةِ الاِسْتِوَاءِ إِلَى الْقُطْبَيْنِ المتجمِّدَيْنِ ، وَبالعَكْسِ . وعَلَى سَطْحِ البِحَارِ تُدْفَعُ التَّيَّارَاتُ بالرِّيَاحِ القَوِيَّةِ . وَالرِّيَاحُ التِّجارِيَّةُ الشَّرْقِيَّةُ تَدْفَعُ المِيَاهَ إِلَى الْغَرْبِ ، فتُحدِثُ تَيَّارَاتٍ اسْتِوَائِيَّةً تَنْجَذِبُ نَحْوَ الْقُطْبَيْنِ بِتَأْثِيرِ قُوَّةِ كُورِيُولِيس ، فَتَتَّحِدُ مَعَ تَيَّارَاتِ الْعُرُوضِ الْعُلْيَا لِتُكَوِّنَ دَوَائِرَ عُظمى أَوْ حَلزُونِيَّاتٍ . وتأْثِيرُ قُوَّةِ كُورْيُولِيس يُوَجِّهُ الْحَلزُونيَّاتِ فِى اتِّجاهِ دَوَرانِ عَقْرَبَى السَّاعَةِ فِى نِصْفِ الكُرَةِ الشَّمَالِىِّ ، وفِى الاتِّجاهِ الْمُضادِّ فِى نِصْفِ الكُرَةِ الْجَنُوبِىِّ .

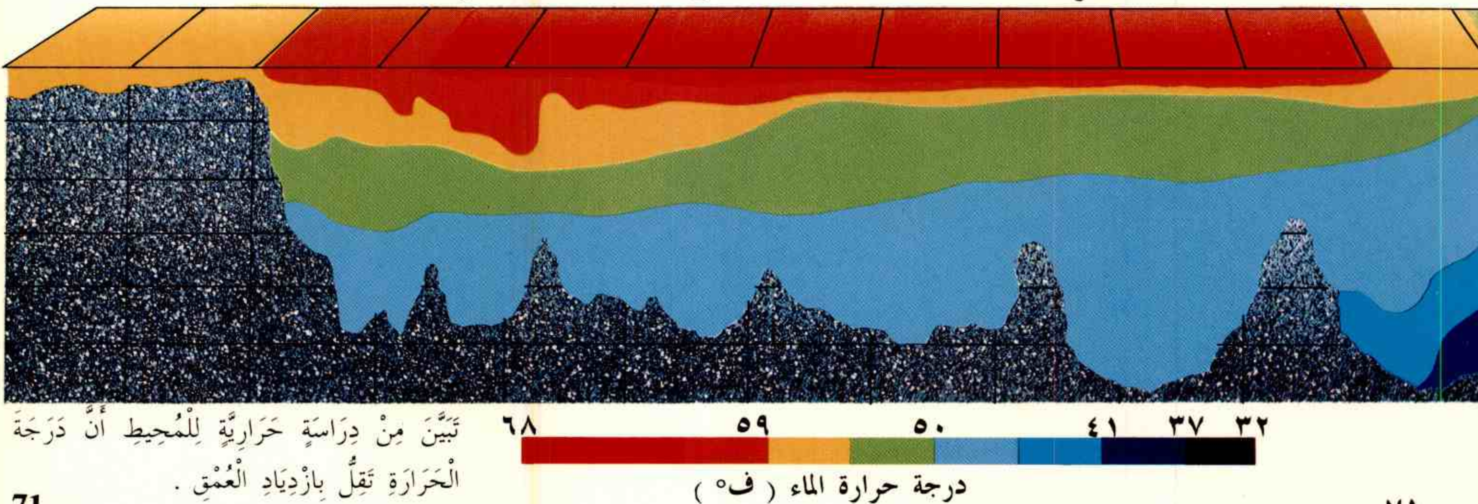
وتُدْفَعُ تَيَّارَاتُ الْمُحِيطِ العَمِيقَةُ بِفُرُوقِ الكَثَافَةِ ، ولَيْسَ بالرِّياحِ . وأَبْرَدُ الْمِيَاهِ على الأَرْضِ هِى مِيَاهُ قَاعِ الْأَنْتَارِكْتِيكَا الَّتِى تُلَاصِقُ قَاعَ الْبَحْرِ ، وَتَزْحَفُ إِلَى مِنْطَقَةِ خطِّ الاِسْتِوَاءِ . ويَنْسَابُ مِنْ نِصْفِ الكُرَةِ الْمُضادِّ مِيَاهُ القُطْبِ الشَّمَالِىِّ الْمَائِلَةُ إِلَى الدِّفْءِ ، وَالَّتِى تَطْفُو فَوْقَ مِيَاهِ الأَنْتَارِكْتِيكَا حِينَ تُقَابِلُهَا . وتَحْدُثُ تَيَّارَاتٌ مَحَلِّيَّةٌ ، حِينَ تَصْطَدِمُ مِيَاهٌ مُخْتَلِفَةُ الْمُلُوحَةِ . فمَثَلًا ، عِنْدَ جَبَلِ طَارِقٍ ، يَخْرُجُ لِسَانٌ مِنْ مَاءِ الْبَحْرِ المتَوَسِّطِ المَالِحِ إِلَى المُحِيطِ الْأَطْلَنطِى لِيَنْسَابَ تَحْتَ تَيَّارٍ مِنْ مَاءٍ أَقَلَّ مُلُوحَةً فِى المُحِيطِ يَتَحرَّكُ فِى الاتِّجاهِ الْمُضادِّ .



كَثَافَةُ الْمَاءِ وَالتَّيَّارَاتُ

التَّغَيُّرَاتُ فِى كَثَافَةِ مَاءِ الْبَحْرِ تُوَجِّهُ تَيَّارَاتِ الْمُحِيطِ الْعَمِيقَةَ . وتَزْدَادُ كَثَافَةُ المَاءِ بازْدِيَادِ مُلُوحَتِهِ وبُرُودَتِهِ . وتَتَحرَّكُ المِيَاهُ الْقُطْبِيَّةُ الشَّدِيدَةُ الْبُرُودَةِ عَلَى طُولِ قَاعِ الْبَحْرِ فِى اتِّجاهِ خطِّ الاِسْتِوَاءِ .

تَتَغَيَّرُ مُلُوحَةُ الْمُحِيطَاتِ بتَغَيُّرِ دَائِرَةِ الْعَرْضِ . والْمِيَاهُ الْقُطْبِيَّةُ عَالِيَةُ الْمُلُوحَةِ لِأَنَّ الْمِلْحَ يَنْفَصِلُ مِنْ مِيَاهِ الْبَحْرِ عِنْدَمَا تَتَجَمَّدُ .



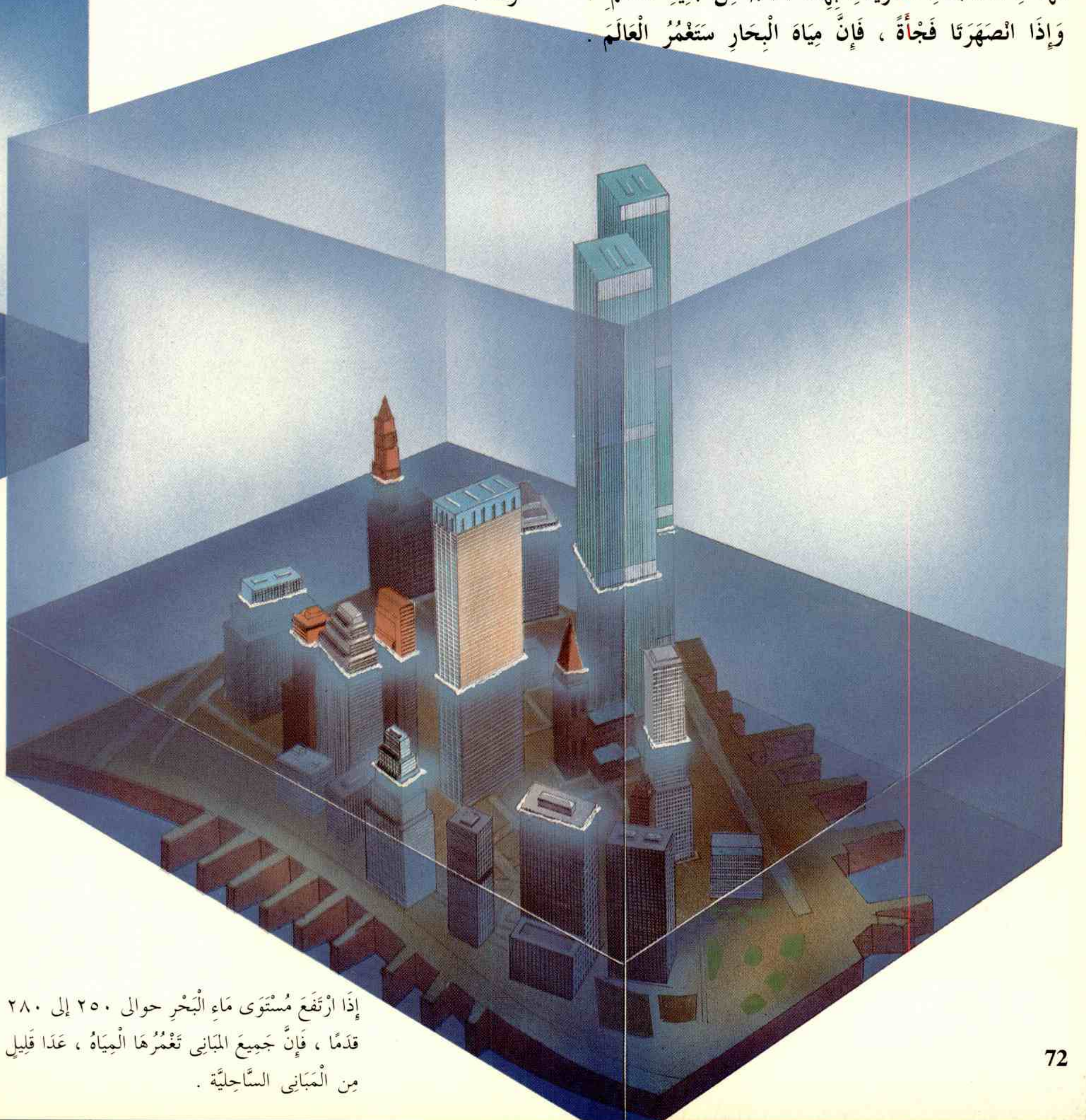
تَبَيَّنَ مِنْ دِرَاسَةٍ حَرَارِيَّةٍ لِلْمُحِيطِ أَنَّ دَرَجَةَ الْحَرَارَةِ تَقِلُّ بازْدِيَادِ الْعُمْقِ .

هَلْ يُمكنُ أَنْ تنْصَهِرَ الْقَلَنسوتانِ الْجَلِيديَّتانِ الْقُطْبيَّتانِ ؟

إنَّ فِكْرَةَ انْصِهارِ الْقَلَنْسُوَتَيْنِ الْجَلِيدِيَّتَيْنِ الْقُطْبِيَّتَيْنِ يَوْمًا ما ، هِى فِكْرَةٌ تَخَيُّلِيَّةٌ أَكْثَرَ مِنْهَا حَقِيقَةً وَاقِعِيَّةً . فَفِى تَارِيخِ الْأَرْضِ الَّذِى يَرْبُو على ٤,٦ بِلْيُونِ عَامٍ ، حَدَثَتْ ثَلاثَةُ عُصُورٍ جَلِيدِيَّةٍ كَبِيرَةٍ . ويَعْتَقِدُ بَعْضُ الْعُلَماءِ أَنَّ الْحَرارَةَ الَّتِى تَسُودُ الْعَالَمَ بِسَبَبِ غَازَاتِ الْكَرْبُونِ الَّتِى يَصْنَعُهَا الْإِنْسَانُ (مقابل — أسفل) ، يُمْكِنُهَا بِبُطْءٍ — لَكِنْ بِثَبَاتٍ — أَنْ تَصْهَرَ الْقَلَنْسُوَتَيْنِ الجلِيدِيَّتَيْنِ اللَّتَيْنِ تُغَطِّيَانِ جرِينْلَاند وَأَنْتَارِكْتِيكَا .

فَهَاتَانِ الثَّلاجَتَانِ القارِّيَّتانِ بِهِمَا ٩٩٪ مِنْ جَلِيدِ الْعَالَمِ . وَإِذَا انْصَهَرَتَا فَجْأَةً ، فَإِنَّ مِيَاهَ الْبِحَارِ سَتَغْمُرُ الْعَالَمَ .

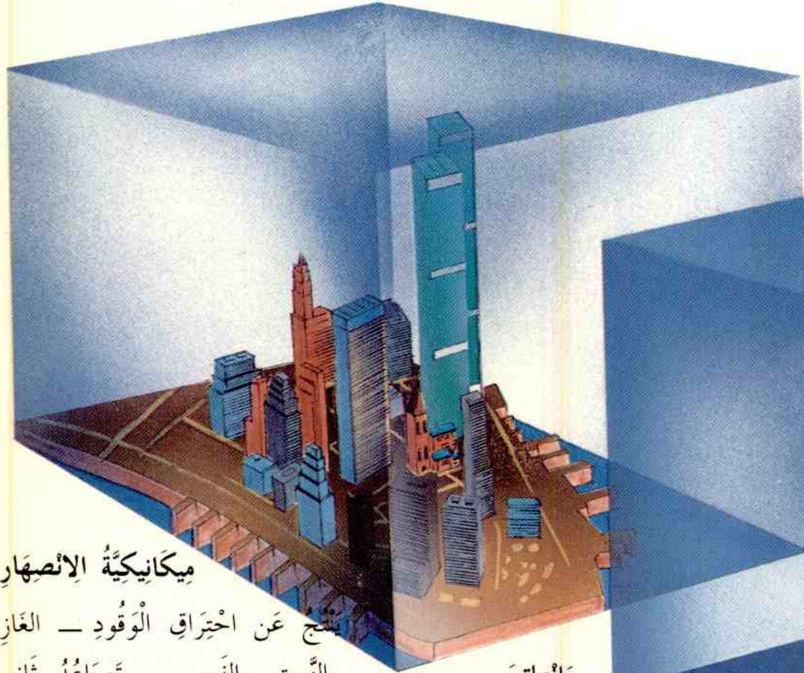
وَلِيقَدِّرَ الْعُلَماءُ مِقْدارَ ارْتِفاعِ سَطْحِ مَاءِ الْبِحَارِ ، فَإِنَّهُمْ يُقَسِّمُونَ حَجْمَ الْمَاءِ النَّاتِجِ عَنِ الانصِهارِ عَلَى مِسَاحَةِ سَطْحِ مُحِيطَاتِ الْعَالَمِ . وبَعْدَ تَقْدِيرِ مِقْدارِ ارْتِفاعِ قَارَّةِ أَنْتَارِكْتِيكَا بَعْدَ زَوَالِ ضَغْطِ الْجَلِيدِ ، وَصَلَ الْعُلَماءُ إِلَى أَنَّ مُسْتَوى سَطْحِ الْبَحْرِ يَرْتَفِعُ حوالى ٢٥٠ إلى ٢٨٠ قَدَمًا فِى جَمِيعِ أَنْحَاءِ العَالَمِ . وهَذِهِ الْأَشْكَالُ تُبيِّنُ ارْتِفاعَ مَاءِ الْبَحْرِ بِمِقْدَارِ ١٥٠ قَدَمًا وأَثَرَهُ ، حَيْثُ قَدَّرَ الْعُلَمَاءُ أَنَّ قَاعَ الْمُحِيطِ سَيَنْخَفِضُ بِتَأْثِيرِ وَزْنِ الْمِيَاهِ فَوْقَهُ .



إذَا ارْتَفَعَ مُسْتَوَى مَاءِ الْبَحْرِ حوالى ٢٥٠ إلى ٢٨٠ قدمًا ، فَإِنَّ جَمِيعَ المَبَانِى تَغْمُرُهَا الْمِيَاهُ ، عَدَا قَلِيلٍ مِن الْمَبَانِى السَّاحِلِيَّة .

إغْرَاقُ مَرْكَزِ التِّجارَةِ الْعَالَمِى

ستُغْمَرُ نَاطِحَاتُ السَّحَابِ فِى جَزِيرَةِ مَانْهَاتِن (نيويورك) بِمَاءِ الْبَحْرِ ، إِذَا انْصَهَر فَجْأَةً كُلُّ جَليدِ جرِينلاند وأَنْتَارِكْتِيكَا . فَسَيَرْتَفِعُ مُسْتَوى سَطْحِ البَحْرِ فِى العَالَمِ بحَوالَى ٢٨٠ قدمًا . ولِأَنَّ قَاعَ البَحْرِ سَيَنْخفِضُ تَحْتَ تَأْثِيرِ ثِقَلِ الْمِيَاهِ ، فَستَكُونُ الزِّيَادَةُ حَوالَى ١٠٠ قَدَمٍ .



مَانْهاتِن كَمَا تَبْدُو اليَوْمَ .

مَانْهَاتِن كَمَا سَتَبْدُو إِذَا ارْتَفع البحرُ ١٣٠ قَدَمًا .

ميكَانِيكِيَّةُ الانْصِهَارِ

يَنتجُ عَن احْتِرَاقِ الْوَقُودِ ـــ الغَازِ والزَّيتِ والفَحمِ ـــ تَصَاعُدُ ثَانِى أُكْسِيدِ الكَرْبُون . ويُسَمَّى هَذَا الْغَازُ بِالصُّوبَةِ الغَازِيَّةِ ، لِأَنَّهُ يُمَرِّرُ ضَوْءَ الشَّمْسِ إِلَى الأَرْضِ ، وبَعْدَ انْعِكَاسِهِ يَمْتَصُّ مِنْهَا الْأَشِعَّةَ تَحْتَ الحَمْرَاءِ وَلَا يَسْمَحُ لَهَا بِالْمُرُورِ إِلَى الفَضَاءِ . وهَكَذَا تَرْتَفِعُ دَرَجَةُ حَرَارَةِ الْغِلَافِ الْغَازِىِّ لِلْأَرْضِ تَدْرِيجِيًّا .

أشِعَّةٌ تحتَ حمْرَاءَ

الشَّمْسُ

ضَوْءٌ مَرْئِىٌّ

إغْرَاقُ الْأَهْرَامَاتِ

الرَّسْمُ البيَانِىُّ التَّالِى يُوضِّحُ أَثَرَ انْصِهَارِ الْقَلَنْسُوَتَيْنِ الْقُطْبِيَّتَيْنِ عَلَى أَهَمِّ الْمَعَالِمِ ، وإِلَى أَىِّ مَدًى يُغَطِّى الْمَاءُ كُلًّا مِنْهَا .



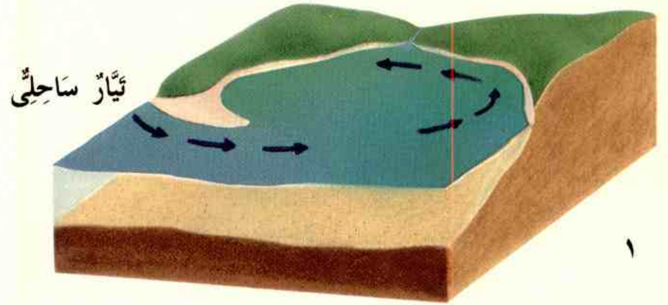
كَيْفَ تَتَكَوَّنُ الْحَوَاجِزُ الرَّمْلِيَّةُ ؟

الْحاجِزُ الرَّمْلِىُّ هُوَ مِنْ فِعْلِ تَيَّارَاتِ الْمُحِيطِ وأَمْوَاجِهِ ، وقَدْ يَكُونُ مُقَوَّسًا كنِهَايَةِ خُطَّافِ صَيْدِ السَّمَكِ ، أو مُتَنَاقِصًا إِلَى بُقْعَةٍ صَغِيرَةٍ . وتَتَسَبَّبُ الْأَمْوَاجُ الَّتِى تَصْطَدِمُ بِالشَّاطِئِ بِزَاوِيَةٍ ، فِى جُرُفِ الشَّاطِئِ ، فَتَحْمِلُ التَّيَّارَاتُ الرَّملَ والحَصَى مَعَهَا إِلَى السَّاحِلِ . وتَرْسُو هَذِهِ التَّيَّارَاتُ حَيْثُ تُوجَدُ مَدَاخِلُ قَنَوَاتٍ أَو شُرُومٌ ، وتكْشِطُ رَوَاسِبَ أُخرى مِن الشَّاطِئِ الْمُتراجِعِ وتُحْمَلُ مَعَهَا بَعْدَ أَنْ تَدُورَ إِلَى الْبَحْرِ ثَانِيَةً . وعِنْدَ مَدْخلِ الْفُتْحةِ ، يَقِلُّ فِعْلُ الْأَمْوَاجِ ، فَتُرَسِّبُ التَّيارَاتُ المُرْتدَّةُ مَا تَحمِلُهُ مِنْ رِمَالٍ وحَصًى عَلَى قَاعِ الْبَحْرِ .

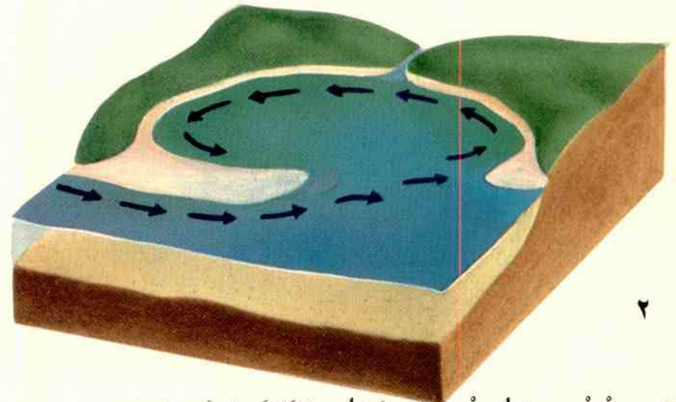
وبالتَّدْريجِ ، تتكَوَّنُ تَحْتَ الْأَمْوَاجِ ، رَابِيَةٌ مِن الرَّوَاسِبِ تُسَمَّى ضَحْضَاحًا أَوْ أُقْصُورَةً . وقَدْ تَرتَفِعُ أُقْصُورَةٌ فوقَ سَطْحِ المَاءِ مُكَوِّنَةً حَاجِزًا مُمْتَدًّا مِنَ الرِّمَالِ (يمين) أَوْ لِسَانًا رَمْلِيًّا (يسار) ، ويَتوقَّفُ ذَلِكَ عَلَى عِدَّةِ عَوَامِلَ مِنْهَا شَكْلُ المدْخلِ ، وَشِدَّةُ وَشَكْلُ تَيَّارَاتِ الْمُحِيطِ . وقَدْ يَكْبُرُ الْمُرْتَفِعُ الرَّمْلِىُّ الطَّوِيلُ لِيُكَوِّنَ جِسْرًا مِن الْأَرْضِ بِعرْضِ المدْخلِ ، فَيَعْزِلُ الْمَاءَ الدَّاخِلِىَّ عَنِ المُحِيطِ ، ويُكَوِّنُ هَوْرًا مَعْزُولًا . وَإِذَا تَمَّتْ تَغْذِيَةُ الهَوْرِ مِنْ نَهْرٍ ، فَإِنَّ الرَّوَاسِبَ سَتُحَوِّلُهُ إِلَى مُسْتَنْقَعٍ .

تَكَوُّنُ حَوَاجِزِ الرِّمَالِ

عِنْدَمَا يُصَادِفُ تَيَّارُ المُحِيطِ المُحَمَّلُ بِالرِّمَالِ شَرْمًا سَاحِلِيًّا (١) ، فَإِنَّهُ يَعْكِسُ اتِّجَاهَهُ مَعَ حَرَكَتِهِ عَلَى تَضَارِيسِ الشَّاطِئِ . وَعِنْدَ فَمِ الشَّرْمِ ، يُرَسِّبُ التَّيَّارُ الرَّوَاسِبَ الَّتِى تُكَوِّنُ حَاجِزًا رَمْلِيًّا (٢) .

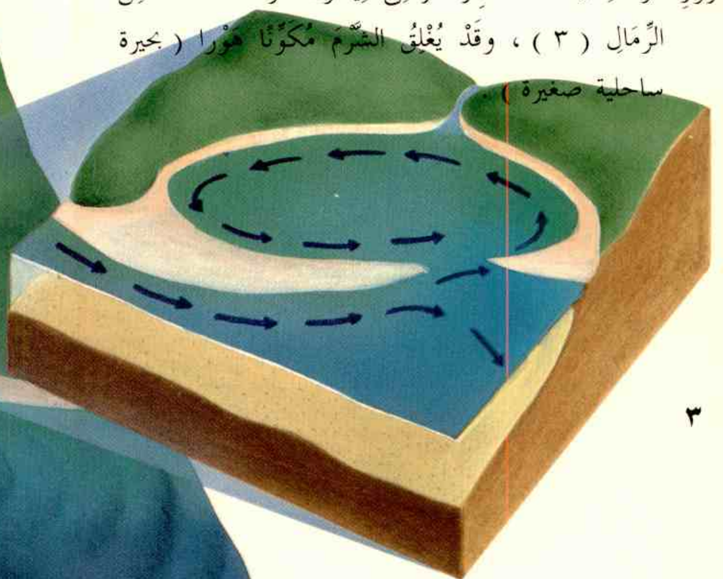


١



٢

وبِمُرُورِ الْوَقْتِ يَمْتَدُّ الْحاجِزُ الرَّمْلِىُّ لِيُكَوِّنَ مُرْتَفِعًا مُمْتَدًّا مِن الرِّمَالِ (٣) ، وقَدْ يُغْلِقُ الشَّرْمَ مُكَوِّنًا هَوْرًا (بحيرة ساحلية صغيرة) .



٣





هَذَا الْمُرْتَفِعُ الرَّمْلِيُّ الطَّوِيلُ قَد امْتَدَّ فَوقَ فَمِ الشَّرْمِ ، ويَظْهَرُ جَانِبُهُ الْمُوَاجِهُ لِلْبَحْرِ وقَد امْتَلأَ بِشَوَاطِئَ رَمْلِيَّةٍ مُقَوَّسَةٍ .



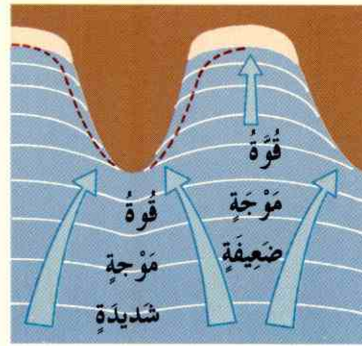
لِسَانٌ رَمْلِيٌّ مُعَقَّدٌ عَلَى شَكْلِ نِهَايَةِ الْخُطَّافِ ، فِي رَأْسِ نُتْسُوكِيزَاكِي عَلَى جَزِيرَةِ هُوكَايْدُو اليَابَانِيَةِ .

تَحْدِيثُ لِسَانٍ رَمْلِيٍّ

تَيَّارٌ مُحِيطٌ يَدُورُ خِلَالَ مَدْخَلٍ سَاحِلِيٍّ ، ويَسْرِقُ الرَّمْلَ والْحَصَى مِنَ الشَّاطِئِ ، لِيَبْنِيَ شِبْهَ جَزِيرَةٍ رَمْلِيَّةٍ أَوْ لِسَانًا رَمْلِيًّا .

كَيْفَ يُشَكِّلُ الْبَحْرُ السَّاحِلَ ؟

جُرُوفٌ نَحَتَتْهَا الْأَمْوَاجُ



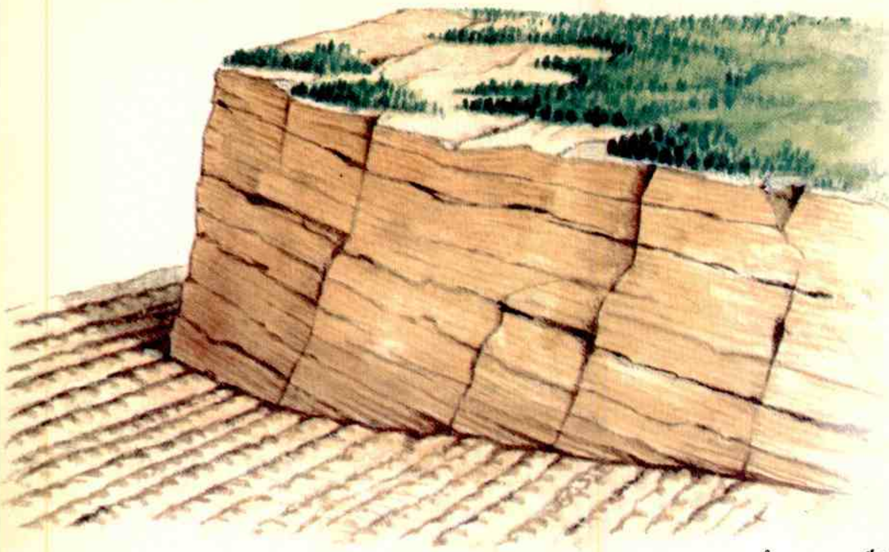
تَتَكَوَّنُ الْجُرُوفُ الَّتِى تُشْبِهُ أَسْنَانَ الْمِنْشَارِ عَلَى طُولِ السَّاحِلِ ، عِنْدَمَا تَقْتَلِعُ الْأَمْوَاجُ جُيُوبَ الصُّخُورِ الضَّعِيفَةِ وَتَتْرُكُ خِلْجَانًا مُتَرَاجِعَةً تَفْصِلُهَا رُءُوسٌ مِنَ الصُّخُورِ الَّتِى لَمْ تَتَآكَلْ . وَتَصْدُمُ الْأَمْوَاجُ الْقَوِيَّةُ هَذِهِ الرُّءُوسَ ، وَتَدْفَعُهَا تَدْرِيجِيًّا إِلَى الْخِلْجَانِ حَيْثُ تُبْنَى شَوَاطِئُ رَمْلِيَّةٌ .

يَضْرِبُ الْبَحْرُ الْأَرْضَ بِاسْتِمْرَارٍ لِأَنَّهُ دَائِبُ الحَرَكَةِ . وَيَكُونُ التَّأْثِيرُ الْهَدْمِيُّ لِلْبَحْرِ بَطِيئًا وَغَيْرَ وَاضِحٍ ، إِذَا كَانَتِ الصُّخُورُ السَّاحِلِيَّةُ صُلْبَةً . وَلَكِنْ إِذَا كَانَ الشَّاطِئُ هَشًّا أَو تَتَخَلَّلُ الجُرُوفَ صُخُورًا ضَعِيفَةً ، فَإِنَّ الْبَحْرَ يَنْحِتُهَا إِلَى جُرُوفٍ رَائِعَةِ الْمَنْظَرِ تَتَخَلَّلُهَا كُهُوفٌ وَتَدْعَمُهَا أَعْمِدَةٌ ذَاتُ أَقْوَاسٍ صَخْرِيَّةٍ .

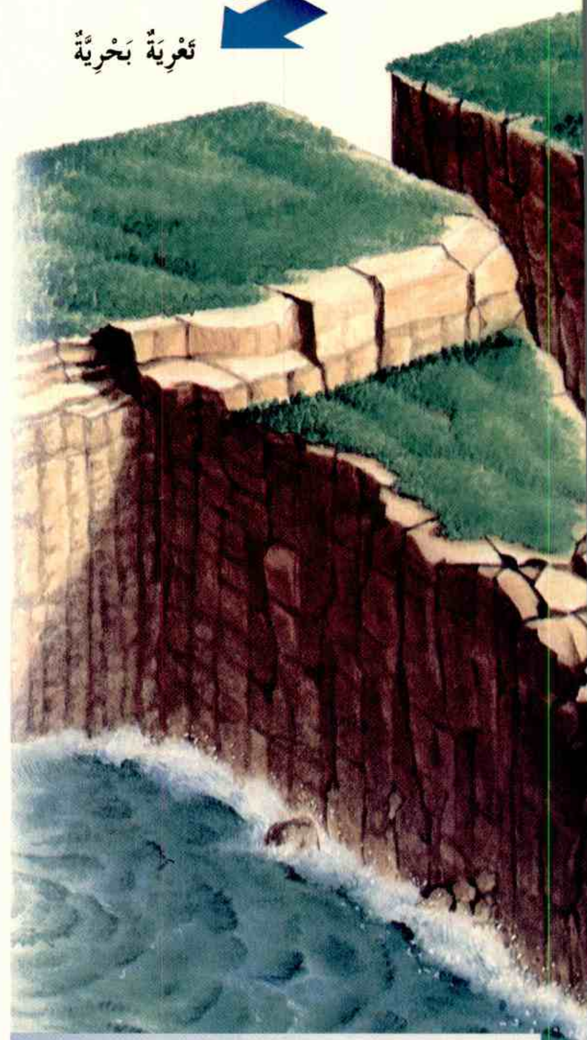
وَهَذَا النَّحْتُ يُسَمَّى التَّعْرِيَةَ الْبَحْرِيَّةَ وَيَتِمُّ بِثَلَاثِ طُرُقٍ أَسَاسِيَّةٍ . فَالتَّدَفُّقُ المُتَوَاتِرُ لِلْأَمْوَاجِ يَدْفَعُ الْمَاءَ فِى شُقُوقِ الصُّخُورِ السَّاحِلِيَّةِ ، فَيُوَسِّعُ هَذِهِ الشُّقُوقَ . وَفِى نَفْسِ الْوَقْتِ ، فَإِنَّ الرَّمْلَ وَالْحَصَى الْمُعَلَّقَ فِى مَاءِ الْبَحْرِ يَصْقُلُ السَّطْحَ الظَّاهِرَ لِلصُّخُورِ . وَأَخِيرًا ، يُذِيبُ مَاءُ الْبَحْرِ بَعْضَ المُرَكَّبَاتِ غَيْرَ الْعُضْوِيَّةِ فِى الصُّخُورِ وَيَجْرِفُهَا بَعِيدًا . وَتَدْرِيجِيًّا ، وَمَعَ التَّعَرُّضِ اللَّانِهَائِى لِهَذَا النَّحْتِ ، فَإِنَّ السَّاحِلَ الصَّخْرِىَّ يَتَآكَلُ وَيَتَرَاجَعُ . وَتَتَآكَلُ الرُّفُوفُ السَّاحِلِيَّةُ المُنْحَدِرَةُ وَتُصْبِحُ جُرُوفًا بَحْرِيَّةً شَدِيدَةَ الِانْحِدَارِ . وَهَذِهِ بِدَوْرِهَا تَتَعَرَّضُ لِلتَّجْوِيَةِ فَتَتَحَوَّلُ إِلَى رُءُوسٍ مُتَنَاثِرَةٍ وَخِلْجَانٍ . وَتُهَاجِمُ الأَمْوَاجُ الْقَاسِيَةُ هَذِهِ الرُّءُوسَ الشَّبِيهَةَ بِالْأَسْنَانِ ، وَتَكَوَّنُ الكُهُوفَ وَالْأَقْوَاسَ وَأَحْيَانًا ثُقُوبًا فُقَّاعِيَّةً (مقابل — أسفل) . وَفِى النِّهَايَةِ ، تَخْتَفِى هَذِهِ أَيْضًا ، وَلَايَتَبَقَّى إِلَّا الْأَعْمِدَةُ الصَّخْرِيَّةُ شَدِيدَةُ المُقَاوَمَةِ .

مِنْ كَهْفٍ إِلَى قَوْسٍ إِلَى عَمُودٍ

يَنحتُ مَاءُ البَحْرِ كَهْفًا فِى كُلٍّ مِنْ جَانِبِى رَأْسٍ نَاتِئٍ (مقابل — أقصى يمين) . والْفِعْلُ الْمُسْتَمِرُّ لِلأَمْوَاجِ يُعَمِّقُ الكَهْفَيْنِ حَتَّى يتقَابَلا فِى الْوَسَطِ ، ويتكَوَّنُ قَوْسٌ . وَيتآكَلُ الْقَوْسُ مِنْ أَعْلَى بِفِعْلِ النَّحْتِ المسْتَمِرِّ ، ويُكَوِّنُ عَمُودًا بَحْريًّا تُهَذِّبُهُ الأَمْوَاجُ .

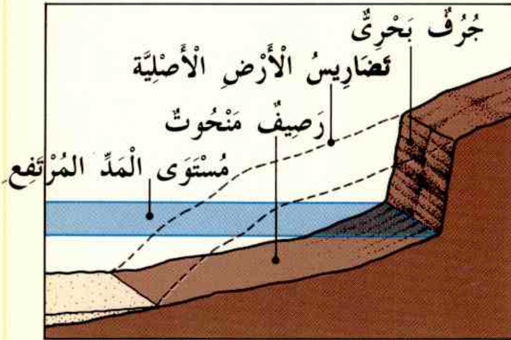


تَعْرِيَةٌ بَحْرِيَّةٌ



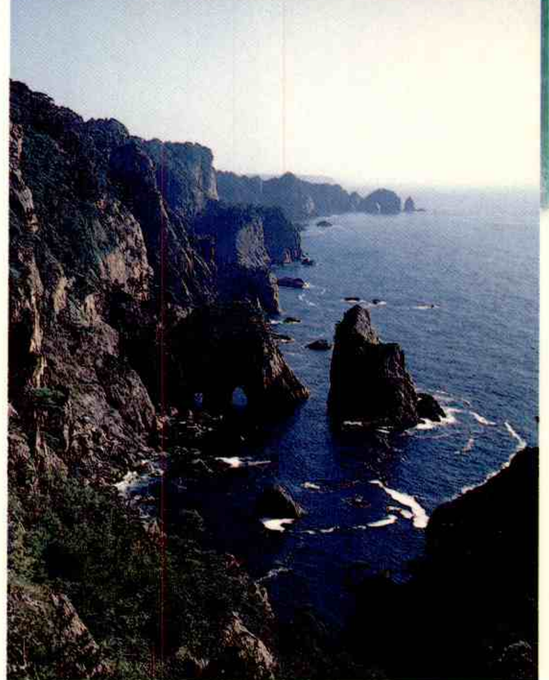
أَرْصِفَةٌ صَنَعَها الْبَحْرُ

بِالارْتِطَامِ الْمُتَوَاصِلِ عَلى الْأَرْضِ ، صَنَعَتْ أَمْوَاجُ الْمُحِيطِ تَشْكِيلًا جُيُولُوجيًّا يُشْبِهُ الْأَرْصِفَةَ وظَهْرُهَا هُوَ جُرُفٌ بحرِيٌّ ، وقَاعِدَتُهَا رَصِيفٌ مَنْحُوتٌ . والمَدُّ المُنْخَفِضُ (أعلى) يَكْشِفُ سَطْحَ الرَّصِيفِ الْمُسْتَوِى .





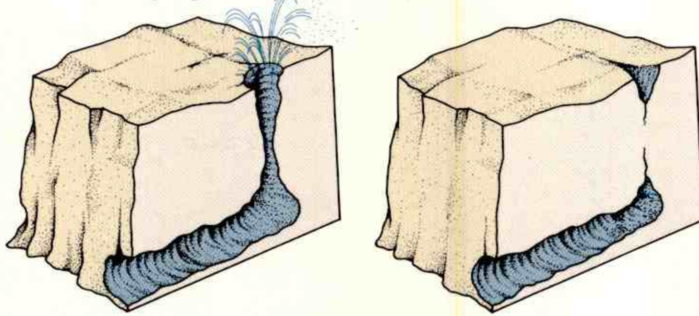
مَدٌّ مُنْخَفِضٌ يَكْشِفُ مَقَاعِدَ صَنَعَتْها الأَمْوَاجُ قُرْبَ إِيُوَاكِى باليابان .



مَسَلَّاتٌ بَحْرِيَّةٌ وَأَقْوَاسٌ تُزَيِّنُ سَاحِلَ مُحِيطٍ .

مِنْ هُنَاكَ تَنْدَفِعُ

مَاءُ الْمُحِيطِ الْمَحْصُورُ فِى كَهْفٍ عِنْدَ قَاعِدَةِ جُرُفٍ بَحرِىٍّ ، قَدْ يَنْدَفِعُ بِضَغْطٍ عَالٍ بِالأَمْوَاجِ الْقَادِمَةِ . وَالْفُتْحَةُ الَّتِى يَنْدَفِعُ مِنْهَا الْمَاءُ تُسَمَّى ثَقْبًا فُقَاعِيًّا . وعَادَةً يُحْدِثُ هَسِيسًا مِن الْهَوَاءِ الَّذِى يتحَرَّرُ ويَخْرُجُ مَعَ الْمَاءِ .



مَا الشَّكْلُ الَّذِى يبْدُو عليْ

إلَى أىِّ عُمْقٍ يُمْكِنُكَ الْوُصُولُ ؟

يُوجَدُ ٢٢ من خوَانِقِ الأعْمَاقِ الـ ٢٦ ، فى المُحيطِ الهَادِى . وبالمُحيطِ الهَادِى الغَرْبِىِّ أَعْمَقُ خَانقَيْنِ وهُمَا خَانِقُ مَارْيَانا وعُمقُه ٣٦٢٠٠ قدم ، وخَانِقُ تُونْجا وعُمْقُه ٣٥٧٠٠ قدم .

خَانِقُ اليَابَانِ
حَافَةُ هَاوَاى
سِلْسِلَةُ امْبُورِ البَحْرِيَّةُ
بَحْرَ أختسك
بَحْر بيرنج
خَندق كيريل
خَانِقُ ألوشيان
مِنْطَقَةُ انْكِسَارِ مِنْدَناو
مِنْطَقَةُ انكِسَارِ موراى
مِنْطَقَةُ انْكِسَارِ مولوكاى
مِنْطَقَةُ انْكِسَارِ كلاريون
خَانِقُ أمْرِيكَا الوُسْطَى
مِنْطَقَةُ انْكِسَارِ كليبرتون
حَافَةُ نازكا
خَانِقُ تونجا
خَانِقُ هبريدز الجديد
مُرْتَفعَاتُ شرق المُحِيطِ الْهَادى
خَانِقُ مَارْيَانا
خَانِقُ جَاوَة

رِمَالٌ مُتَغَيِّرةٌ .

طِبْقًا لنَظَرِيَّةِ امْتِدَادِ قَاعِ البَحْرِ ، فَإِنَّ طبقَاتِ أَرْضِ المُحيطِ تُكَوِّنُ حَافَاتٍ وَسَطَ المُحِيطِ الَّتِى تُدْفَعُ للْخارجِ لِتَتفتَّتَ حِينَ تَسْقُطُ فِى خَوانِقِ المُحِيطِ . وتَحدُثُ الفَوالِقُ حِينَ تَحْتَكُّ طَبقَتَانِ أَوْ أكْثَرُ بِبَعْضِهَا الْبَعْضِ .

فالِقٌ متحوِّلٌ
حَافَةٌ وَسْطَ الْمُحِيطِ

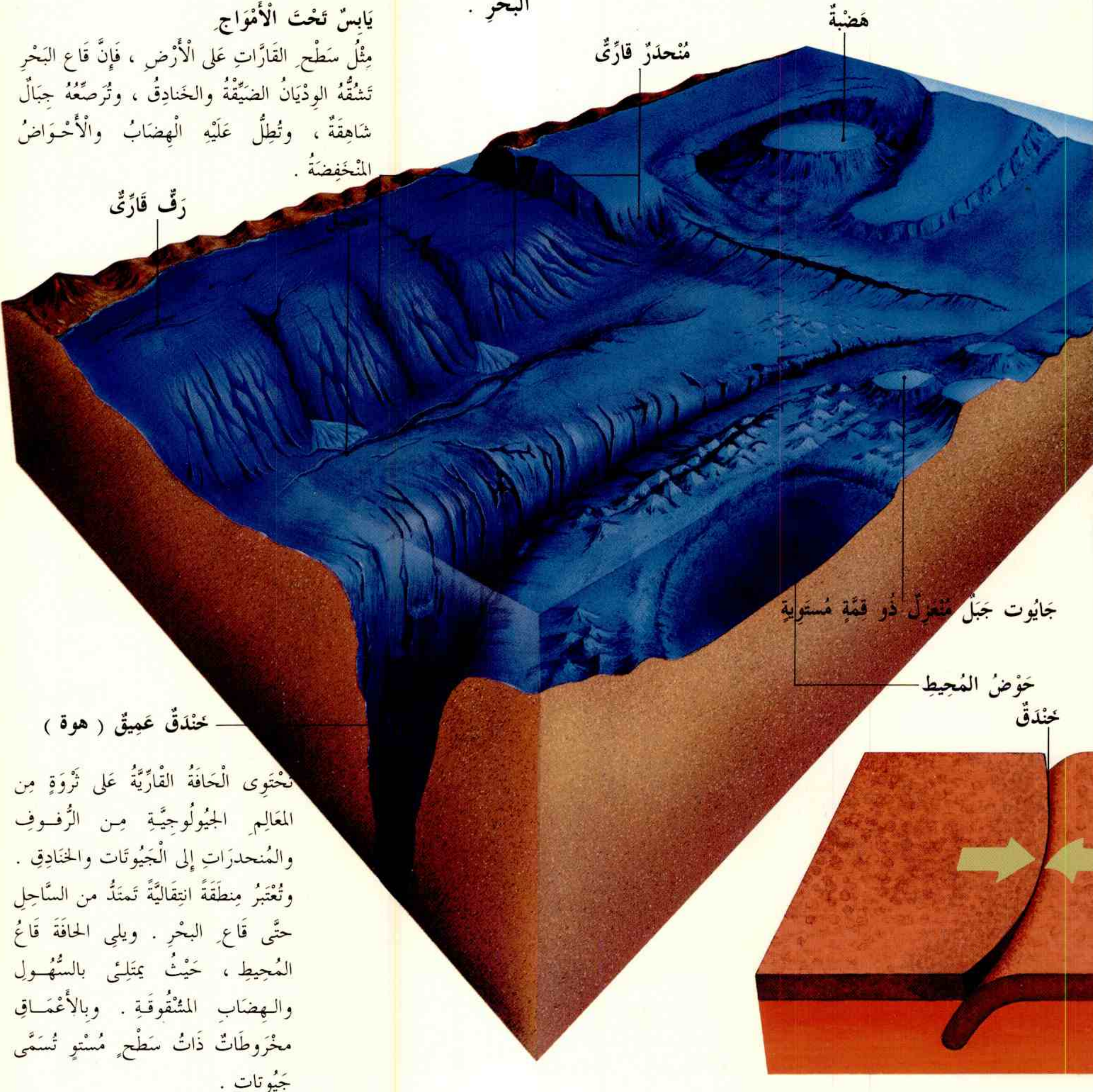
...قاعُ الْمُحِيطِ؟

تَحتَ مِياهِ مُحيطاتِ العالَمِ يَستَقِرُّ أَديمُ أَرْضٍ فِي شَكْلٍ مُبهرٍ . فالْهوامِشُ القارِّيَّةُ الَّتِي تَشْمَلُ الرُّفوفَ الْقارِّيَّةَ والمُنْحدَراتِ وخنادِقَ الأَعْماقِ ، تُشكِّلُ الحُدودَ بَينَ الشَّاطِئِ وأَحْواضِ المُحيطِ الْعَميقةِ . وَفِي هذِهِ الأَحْواضِ تَستَقِرُّ حافةُ وَسَطِ المُحيطِ ، وهِي جِبالٌ مَغْمُورةٌ ، قَدْ يَرْتَفِعُ بَعْضُها حَوالَى مِيلَيْنِ فَوْقَ قاعِ المُحيطِ ، ويَمْتَدُّ عَشَراتِ الآلافِ مِن الأَمْيالِ حَوْلَ الكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ .

وتَرْجِعُ طُبُوغْرافْيا قاعِ المُحِيطِ الخشِنَةُ إِلَى التَّشْوِيهِ السَّطْحِيِّ وَالدَّفْعِ الْقارِّيِّ المسبِّبيْن لِامْتِدادِ الْقاعِ . وتَنْدفِعُ الصُّخُورُ الْمُنْصَهِرَةُ إِلَى أَعْلَى ، خِلالَ فَوالِقِ حَوافِّ وَسَطِ المُحِيطِ ، ثم تَتجمَّدُ ثانِيَةً لِتُكَوِّنَ قاعًا جَدِيدًا يَدْفَعُ المَوْجُودَ إِلَى الخارِجِ حَتَّى يَصْطَدِمَ — وَيَنْزَلِقَ أَسْفَلَ — بِقارَّةٍ أَوْ طَبَقَةِ قاعٍ أُخْرَى (صفحات ٨٦ — ٨٧) . وَتَمْتَدُّ خنادِقُ الْمُحِيطِ حَتَّى عُمْقِ ٧ أَمْيالٍ تَحْتَ سَطْحِ البَحْرِ .

يابِسٌ تَحْتَ الأَمْواجِ

مِثْلُ سَطْحِ القارَّاتِ عَلَى الأَرْضِ ، فَإِنَّ قاعَ البَحْرِ تَشُقُّهُ الوِدْيانُ الضَّيِّقَةُ والخَنادِقُ ، وتُرَصِّعُهُ جِبالٌ شاهِقَةٌ ، وتُطِلُّ عَلَيْهِ الهِضابُ والأَحْواضُ المُنْخَفِضَةُ .



تَحْتَوِي الحافَةُ القارِّيَّةُ عَلَى ثَرْوَةٍ مِن المَعالِمِ الجيُولُوجِيَّةِ مِن الرُّفوفِ والمُنحدَراتِ إِلَى الْجَيُوتاتِ والخَنادِقِ . وتُعْتَبَرُ مِنطَقَةً انتِقالِيَّةً تَمتَدُّ من السَّاحِلِ حتَّى قاعِ البَحْرِ . ويلِي الحافَةَ قاعُ المُحِيطِ ، حَيْثُ يَمتَلِئُ بالسُّهُولِ والهِضابِ المشْقُوقَةِ . وبالأَعْماقِ مخرُوطاتٌ ذاتُ سَطْحٍ مُسْتوٍ تُسَمَّى جَيُوتات .

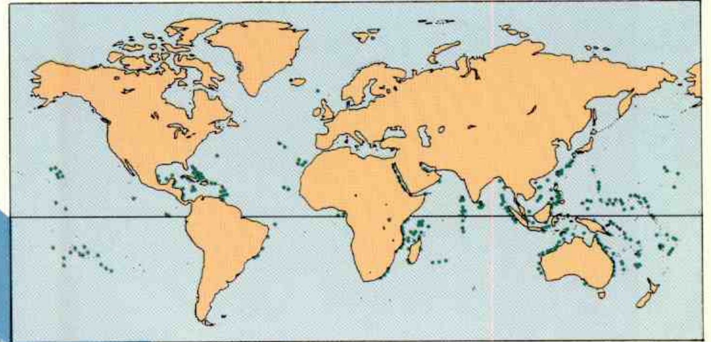
كَيْفَ تَتَكَوَّنُ الشُّعَبُ الْمَرجَانِيَّةُ ؟

الشُّعْبَةُ الْمَرْجَانِيَّةُ صُلْبَةٌ كَالصُّخُورِ وَتَمْتَدُّ لِحوالَى ٦٠ مِيلًا ، وَتَتَكَوَّنُ مِنَ الهَياكِلِ الجيرِيَّةِ لِلمَلايينِ مِنْ حيوَانِ الْمَرجْانِ البَحْرِىِّ الدَّقِيقِ والأُنْبُوبِىِّ الشَّكْلِ .

ويَلْتَصِقُ الْمَرْجَانُ بِسَطحٍ صَخْرِىٍّ ، ويقْبِضُ عَلَى البَلانْكتُون وَالْقِشْرِيَّاتِ الدَّقيقةِ بِلوَامِسِهِ السَّامَّةِ الْقَرِيبَةِ مِنْ فَمِهِ . ويَمْتَصُّ أَيْضًا الكِيمَاوِيَّاتِ الَّتِى تُفْرِزُهَا الطَّحالِبُ الَّتِى تَعِيشُ عَلَى أَنْسِجَةِ الْمرْجَانِ ، وهَذِهِ الكِيمَاوِيَّاتُ تُسَاعِدهُ عَلَى امْتِصَاصِ كَرْبونَاتِ الكَالسيوم الَّتِى تُقَوِّى هَيْكَلَ جِسْمِهِ .

وتَتَشَابَكُ الشُّعَبُ المرجَانِيَّةُ مُكَوِّنَةً مُسْتَعمرَاتٍ لَهَا أَشْكَالٌ رَائِعَةٌ مُخْتَلِفَةٌ ، مِنَ الْمَرَاوِحِ الشَّرِيطِيَةِ إِلَى الجَلامِيدِ الشَّبِيهَةِ بِالمُخِّ . وقَدْ تَكُونُ بَيضَاءَ أَو حَمْرَاءَ أو بُرتُقَالِيَّةً أو صَفْرَاءَ أَو أُرجُوَانِيَّةً أَوْ بِأَلْوَانٍ أُخرَى . وتتكَاثَرُ المسْتَعْمَرةُ المْرجَانيَّةُ بطَرِيقَتَيْنِ : بِإِنْتَاجِ بَيْضٍ ويَرقَاتٍ تَنْمُو إِلَى مَرْجَانٍ وَبِالتَّبَرْعُمِ أَوْ بِإِطْلَاقِ فُرُوعٍ أُخرَى مِنَ الْمَرجَانِ . وكَمَا يظْهَرُ هُنَا ، فإِنَّ المُسْتَعمرَاتِ المَرجَانِيَّةَ الكَبِيرَةَ تَتَطَوَّرُ لِتُشَكِّلَ شُعَبًا هُدْبِيَّةً (يسار) ، وحَوَاجِزَ مَرْجَانِيَّةً (تحت) ، وجُزُرًا مَرجَانِيَّةً (مقابل أسفل) .

مَنَاطِقُ الْمَرجَانِ فِى الْعَالَمِ



الشُّعَبُ الْمَرْجَانِيَّةُ (النُّقطُ الْخَضْرَاءُ عَلَى الْخَرِيطَةِ) هِىَ مَنَاطِقُ بِيئيَّةٌ هَشَّةٌ جِدًّا . وتَنْمُو بَيْنَ دَائِرَةِ عَرْضِ ٣٥° شَمَالًا ، ودَائِرَةِ عَرْضِ ٣٢° جَنُوبًا ، وهِىَ الْمِنْطَقَةُ المِثَالِيَّةُ لِنُمُوِّ الْمَرْجَانِ . فَبِهَا شَمْسٌ وَفِيرَةٌ ومِيَاهٌ ضَحْلَةٌ دَرَجَةُ حَرَارَتِهَا بين ٦٥°ف ، ٨٦°ف .

أَصْلُ الشُّعَبِ الْمَرْجَانِيَّةِ

فِي عَامِ ١٨٤٠ اِقْتَرَحَ الْعَالِمُ الطَّبِيعِيُّ تشَارْلزْ دَارْوِين نَظَرِيَّةً ذَكِيَّةً لِتطَوُّرِ الشُّعَبِ المرجَانِيَّةِ . فَقَدْ مَيَّزَهَا إِلَى ٣ أَنْوَاعٍ ـــ تَهَدُّبِيّ ، وحَوَاجِز ـــ وجُزُرٍ ـــ وقَال إِنَّهَا تُمثِّلُ ثَلاثَ مَرَاحِلَ مُتَتَالِيَةٍ فِي نُمُوِّ الشُّعَبِ الْحَادِثِ عَنْ غَمْرِ الكُتْلَةِ السُّفْلِيَّةِ مِن الْأَرْضِ .

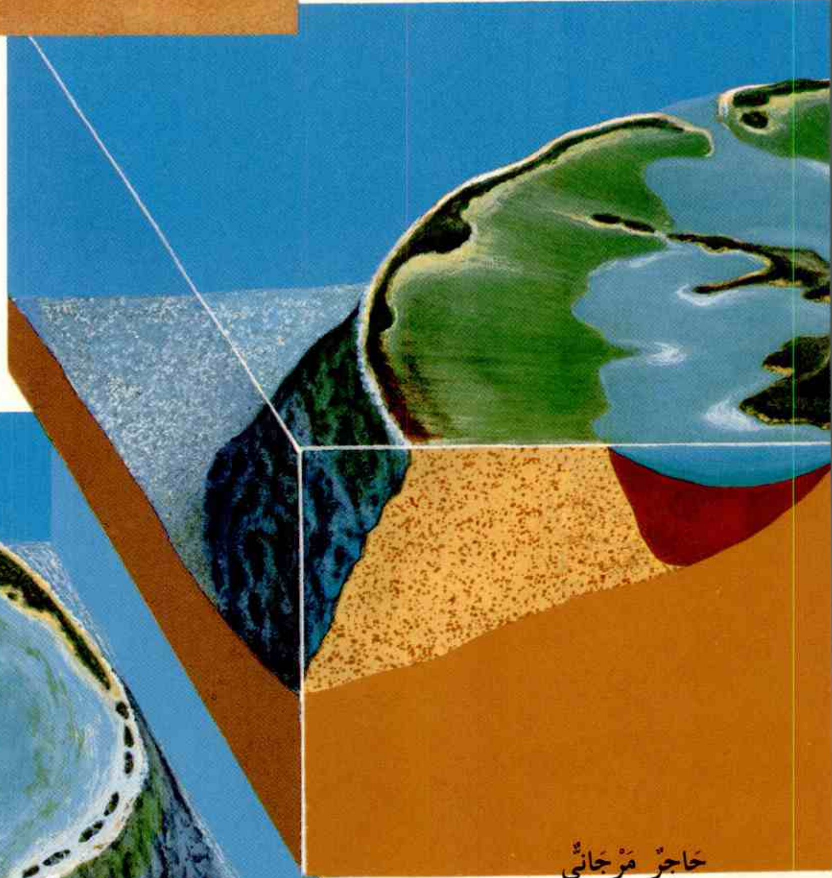


شُعْبَةٌ مَرْجَانِيَّةٌ هُدْبِيَّةٌ فِي جَنُوبِ الْهَادِي .



بِنَاءُ شُعْبَةٍ هُدْبِيَّةٍ

تُولَدُ الشُّعْبَةُ الْمَرْجَانِيَّةُ عِنْدمَا تُهَاجِرُ يَرقَاتُ الْمَرْجَانِ الحُرَّةُ سَابِحَةً ، ثُمَّ تُلْصِقُ نَفْسَهَا بِصُخُورٍ فِي المِيَاهِ الضَّحْلَةِ لِسَاحِلِ إِحْدَى الجُزُرِ . وبِمُجَرَّدِ اسْتِقْرَارِهَا ، تنْمُو الْيرقَاتُ إِلَى مَرْجَانٍ (بوليب) . وتَنْقَسِمُ الحَيَوَانَاتُ البَالِغَةُ ثُمَّ تَتفَرَّعُ مُكَوِّنَةً شُعْبَةً كَثِيفَةً تَحُفُّ بِالجَزِيرَةِ .



حَاجِزٌ مَرْجَانِيٌّ

فِي القُرُونِ التَّالِيَةِ لِتكَوُّنِ شُعْبَةٍ هُدْبِيَّةٍ تَبْدَأُ الْجَزِيرَةُ فِي الْغَوْصِ بِتَأْثِيرِ وَزْنِهَا . وتَسْتَمِرُّ الشُّعَبُ فِي النُّمُوِّ ، وتُكَوِّنُ حَاجِزًا مَرْجَانِيًّا يُحِيطُ بِالْجَزِيرَةِ . وَالمَاءُ المحْصُورُ بَيْنَ الحَاجِزِ وَالْجَزِيرَةِ يُكَوِّنُ بُحيْرَةً شَاطِئِيَّةً (هور) .



حَاجِزٌ مَرْجَانِيٌّ يَحْمِي بُورَا بُورَا



حَلْقَةٌ مُنْعَزِلَةٌ

وتَدْرِيجِيًّا تَخْتَفِي الْجزِيرَةُ وتَتْرُكُ الشُّعْبَةَ الْمَرْجَانِيَّةَ ـــ وقَدْ أَصْبَحتْ جَزِيرَةً مَرْجَانِيَّةً ـــ تُحِيطُ بِالْبُحَيْرَةِ . وفِي الصُّورَةِ جَزِيرَةٌ مَرْجَانِيَّةٌ فِي الْهَادِي وبُحيْرَتُهَا الشَّاطِئِيَّةُ .

لِماذا لا

دَوْرَةُ الْمَاءِ فِى الْأَرْضِ

تَسَاقُطٌ (هطول)

تبخر

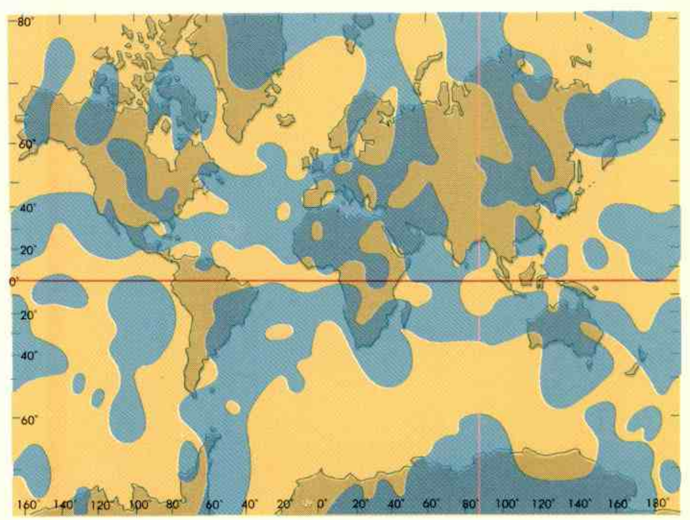
مَاءٌ جَوفِيٌّ

١ ــ نَبَاتَاتٌ
٢ ــ رُطُوبَةُ التُّربَةِ
٣ ــ مُحيطَاتٌ
٤ ــ أنْهارٌ
٥ ــ مَطَر
٦ ــ بُحيْراتٌ ومُسْتَنْقَعَاتٌ
٧ ــ جليد وثلج

١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧

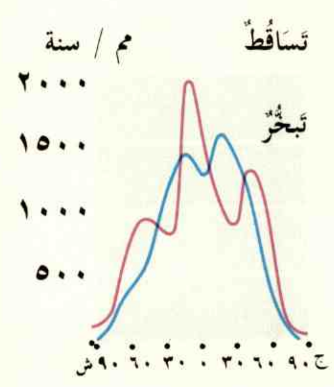
التَّساقُطُ يفُوقُ التَّبخُّرَ

تَبَخُّرٌ يفُوقُ التَّساقُطَ



مُعَدَّلُ تَبَادُلِ الْمَاءِ :

يَتَوَافَقُ التَّساقُطُ مَعَ التَّبخُّرِ ، بِصِفَةٍ عَامَّةٍ عَلَى مُستَوى الْعالَمِ . ولَكِنْ مِنْ مِنْطَقَةٍ إِلَى أُخْرَى ، قَدْ لَا يَتَكَافَأُ الْمُعَدَّلَانِ (يسار) . فَفَوْقَ الْمِنْطَقَةِ شِبْهِ الِاسْتِوَائِيَّةِ وعِنْدَ الْقُطْبَيْنِ يَتَفَوَّقُ التَّبخُّرُ عَلَى التَّساقُطِ (أقصى يسار) . وَالْعَكْسُ صَحِيحٌ فَوْقَ مُعْظَمِ الْقَارَّاتِ عِنْدَ دَوَائِرِ الْعَرْضِ الْعُلْيَا .



تفِيضُ المحِيطَاتُ ؟

تَزْدَادُ مِيَاهُ مُحِيطَاتِ الْأَرْضِ كُلَّ عَامٍ بحوالى ١٠٠٠٠٠ مِيلٍ مُكَعَّبٍ مِن الْماءِ النَّاتِجِ عَنِ الْأَمْطَارِ وَالثَّلْجِ الْمنصهر وما تُفرِغُهُ الْأَنْهَارُ . ورَغْمَ هذَا الطُّوفَانِ ، تَظَلُّ الْبِحَارُ عِنْدَ مُسْتَوًى ثَابتٍ .

وسَبَبُ ذَلِكَ نِظَامُ الدَّوْرَةِ المائيَّةِ فِى العَالَمِ (يسار) . فَالماءُ لَايزيدُ أو يَنْقُصُ عَلى الْأَرْضِ . وتَظْهَرُ كَمِّيَّتُهُ كَأَنَّهَا تَتَغَيَّرُ بِسَبَبِ حَرَكَتِهِ الْمُنْتَظِمَةِ فِى دَوْرَتِهِ مِن المُحِيطَاتِ إلَى الْهَوَاءِ ثُمَّ الْأَرْضِ ، وَبالْعَكْسِ . فَتَبْدَأُ الدَّوْرَةُ عِنْدَمَا تُبَخِّرُ الشَّمْسُ مِيَاهًا مِن الْمُحِيطَاتِ والْبُحَيْرَاتِ والْأَنْهَارِ والتُّرْبَةِ . ويَدخُلُ بُخَارُ مَاءٍ إضَافِىٌّ فِى الهَوَاءِ مِنْ مَسَامِّ أَوْرَاقِ النَّبَاتَاتِ ، وهُو مَاءٌ امْتَصَّتْهُ النَّبَاتَاتُ مِن الْأَرْضِ . ثم يتَكَثَّفُ الْبُخَارُ عَلى شَكْلِ مَطَرٍ أَو ثَلْجٍ ، يَسْقُطُ ٧٥٪ مِنْهُ عَلى الْمُحِيطَاتِ . وَالبَاقِى يَتبخَّرُ بَعْضُهُ ، وَيَسْقُطُ بَعْضُهُ الآخَرُ على الْأَرْضِ والْأَنْهَار والْبُحَيْرَاتِ ، ويَتَسرَّبُ بَعْضُهُ إِلَى بَاطِنِ الْأَرْضِ كَمِيَاهٍ جَوْفِيَّةٍ ، وفِى النِّهَايَةِ يَعُودُ مُعظَمُهُ إِلَى الْبَحْرِ ثَانِيَةً .



أَيْنَ يُوجَدُ الْمَاءُ ؟

تُسَمَّى الْأَرْضُ أَحْيَانًا ، كَوْكَبَ الْمَاءِ . وذَلِكَ لِأَنَّها تَحتَوِى عَلَى ١,٣٦ بِلْيونَ طِنٍّ مِن الْمَاءِ . وتَحْتَوِى المُحِيطَاتُ (يسار) عَلى مُعظَمِ مِيَاهِ الْعَالَمِ .

مِيَاهُ المُحِيطَاتِ : ٩٧,٢٪

النَّبَاتَاتُ : ٠,٠٠١٪

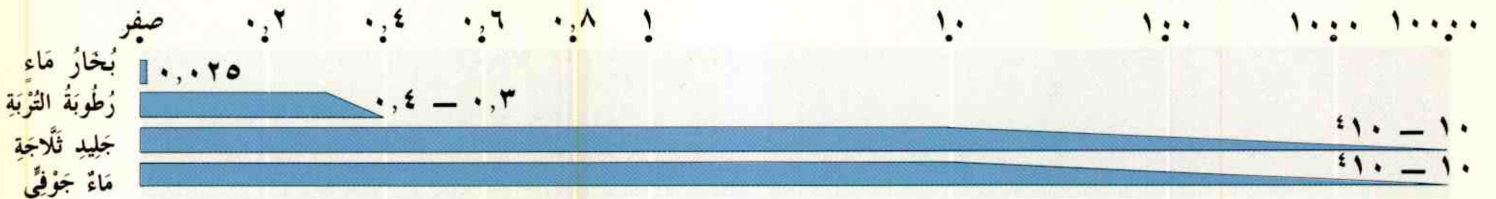
الْهَوَاءُ الجَوِّى : ٠,٠١٪

أنهارٌ وَبُحيْرَاتٌ ومُسْتَنْقَعاتٌ : ٠,٠٢٪

مِيَاهٌ جَوْفِيَّةٌ : ٠,٦١٪

الْقَلَنْسُوَاتُ الْجَلِيدِيَّةُ وَالثَّلَاجَاتُ : ٢,١٤٪

كَيْفِيَّةُ إعَادَةِ تَوْزِيعِ الْمَاءِ : رَغْمَ أَنَّ الحجْمَ الكُلِّى لِمِيَاهِ الْأَرْضِ لَايتَغيَّرُ ، إِلَّا أَنَّ سُرْعَةَ دَوْرَتِهِ خِلَالَ الْمُحِيطَاتِ وَالهَوَاءِ وَالْأَرْضِ تَتَغَيَّرُ تَغَيُّرًا كَبِيرًا . والرَّسْمُ التَّالِى يُوَضِّحُ عَددَ السَّنَوَاتِ الَّتِى يَسْتَغْرِقُهَا نَظَرِيًّا جُزَىْءٌ مِن المَاءِ لِيَأْخُذَ طَرِيقَهُ خِلَالَ طَوْرٍ مِن دَوْرَةِ الْمَاءِ . فعِندَمَا يَتَحوَّلُ الجُزَىْءُ إِلَى بُخَارٍ — مثلًا — فَإِنَّهُ يَبْقَى فِى الهَوَاءِ حَوَالى ٠,٠٢٥ سنة (٩ أيام تقريبا) . ولكِنَّهُ إِذَا وُجِدَ فِى جَلِيدِ مَثْلَجَةٍ ، فَقَد تَنْقَضِى ١٠٠٠٠ سَنَةٍ قَبْلَ أَنْ يَتحرَّكَ فِى الدَّوْرَةِ .

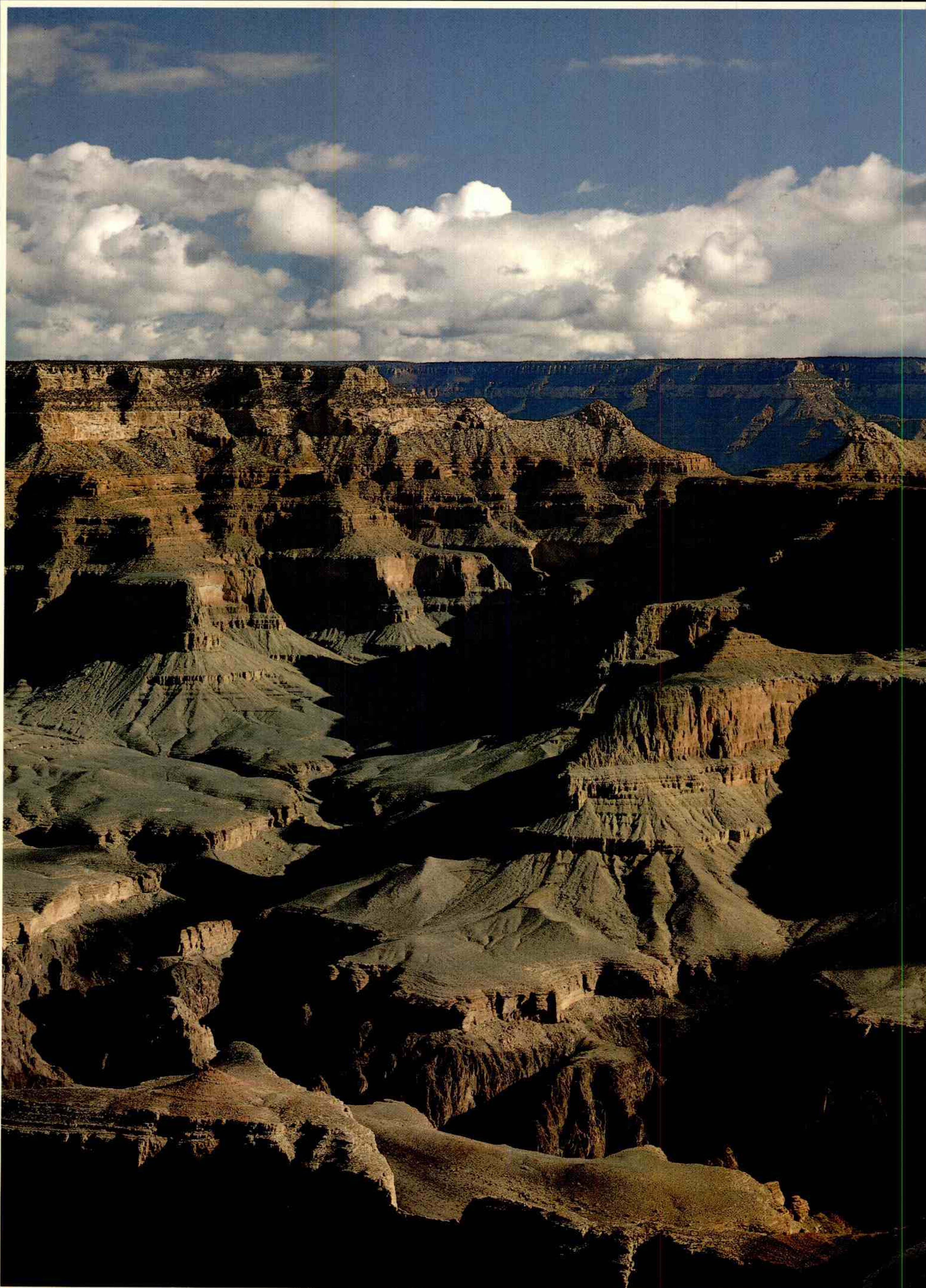


5 تَشْكِيلُ وَجْهِ الأَرْضِ

رَغْمَ الْمَظْهَرِ الدَّائِمِ لِمُعظَمِ الأَشْكَالِ الأَرْضِيَّةِ الْبَارِزَةِ مِنْ قِمَمِ إيفرست الشَّاهِقَةِ إِلَى الْحَافَاتِ الْمُرْتَفِعَةِ لِلْوَادِى الأُخْدُودِيِّ الْعَظِيمِ فِى كُلُورَادُو (يسار) ، إلَّا أَنَّها فِى حَالَةِ تَغَيُّرٍ مُنْتَظِمٍ . وَفِى الْحقِيقةِ ، فَإِنَّ كُلَّ جُزْءٍ عَلى ظَهْرِ الأَرْضِ يَتَغَيَّرُ كُلَّ دَقِيقَةٍ .

وَالْقُوَى الَّتِى تُحْدِثُ هَذَا التَّغَيُّر كَثِيرَةٌ . فَقَدْ تَأْتِى مِنْ جَوْفِ الأَرْضِ حَيْثُ تَعْمَلُ الْحَرَارَةُ والضَّغْطُ عَلى رَفْعِ وَطَيِّ الْقِشْرَةِ الأَرْضِيَّةِ ، فَتَرْتَفِعُ أَوْ تَهْبِطُ الْبِحَارُ . وقَدْ تَأْتِى مِن الْغِلَافِ الْجَوِّيِّ لِلأَرْضِ ، عَلَى شَكْلِ رِيَاحٍ تُسَبِّبُ التَّآكُلَ التَّدْرِيجيَّ لِأَصْلَبِ الصُّخُورِ . كَمَا تَأْتِى مِن الشَّمْسِ الْبَعِيدَةِ ، الَّتِى تُبَخِّرُ الْمِيَاهَ مِنْ سَطْحِ الأَرْضِ . وَيتَساقَطُ الْبُخَارُ كَمطَرٍ أَوْ ثَلْجٍ مُكَوِّنًا جَداوِلَ تَحْفِرُ وتُوَجِّهُ مَسَارَهَا ، وَأَنْهارًا تَشُقُّ طَرِيقَهَا خِلَالَ أَعْلَى الجِبَالِ ، ومُحِيطَاتٍ تَغْمُرُ شَوَاطِئَهَا ، وثَلَّاجَاتٍ تَطْحَنُ التِّلَالَ إلَى سُهُولٍ . وقد اسْتَمَرَّ تَحَوُّلُ الأَرْضِ بَلَايِينَ السِّنِين مُنْذُ أَنْ خلقَهَا اللهُ سُبحَانهُ وتَعَالَى . وسَيَسْتَمِرُّ ذَلِكَ مَا شَاءَ اللهُ لِلأَرْضِ أَنْ تَبقَى . وسَيَشْرَحُ هَذَا الْفَصْلُ بعض هَذَا التَّحوُّلِ .

ظَلَّ نَهْرُ كُلُورَادُو يَكْتَسِحُ الْوَادِى الأُخْدُودِى الْعَظِيمَ (يسار) طَوالَ الـ ٦٥ مِلْيُونَ عَامٍ الأَخِيرَةِ . وَمِن الْمُتَوَقَّعِ أَنْ يَزْدَادَ عُمْقُ وَاتِّسَاعُ الْوَادِى خِلَالَ مَلَايِينِ السَّنَواتِ الْقَادِمَةِ ـــ إِذَا شَاءَ اللهُ ـــ حَتَّى يُصْبِحَ فِى مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ ، الَّذِى يَنْخَفِضُ عَنْهُ حَالِيًا بِحَوالى نِصْفِ مِيْلٍ .



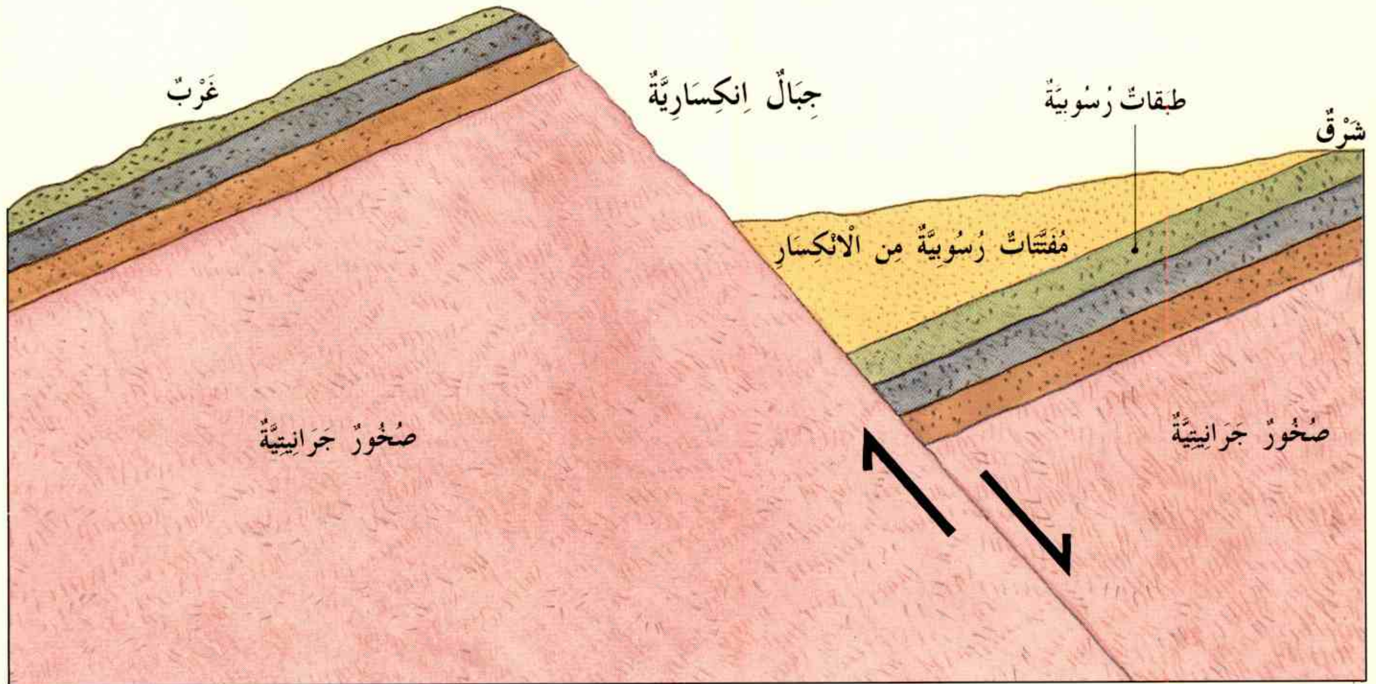
كَيْفَ تتكَوَّنُ الْجِبَالُ ؟

الْأَجْزَاءُ الْمَنْحُوتَةُ لِسِلْسِلَةِ جِبَالِ تتون فى وبُومِنج (أعلى) هى مِثَالٌ لِلْجِبَالِ الانْكِسَارِيَّةِ . وهَذِهِ الْجِبَالُ وأَمْثَالُهَا يَكُونُ أَحَدُ جَوَانِبِ صُخُورِهَا عَمُودِيًّا والجَانِبُ الْآخَرُ مُتَدَرِّجَ الانْحِدَارِ .



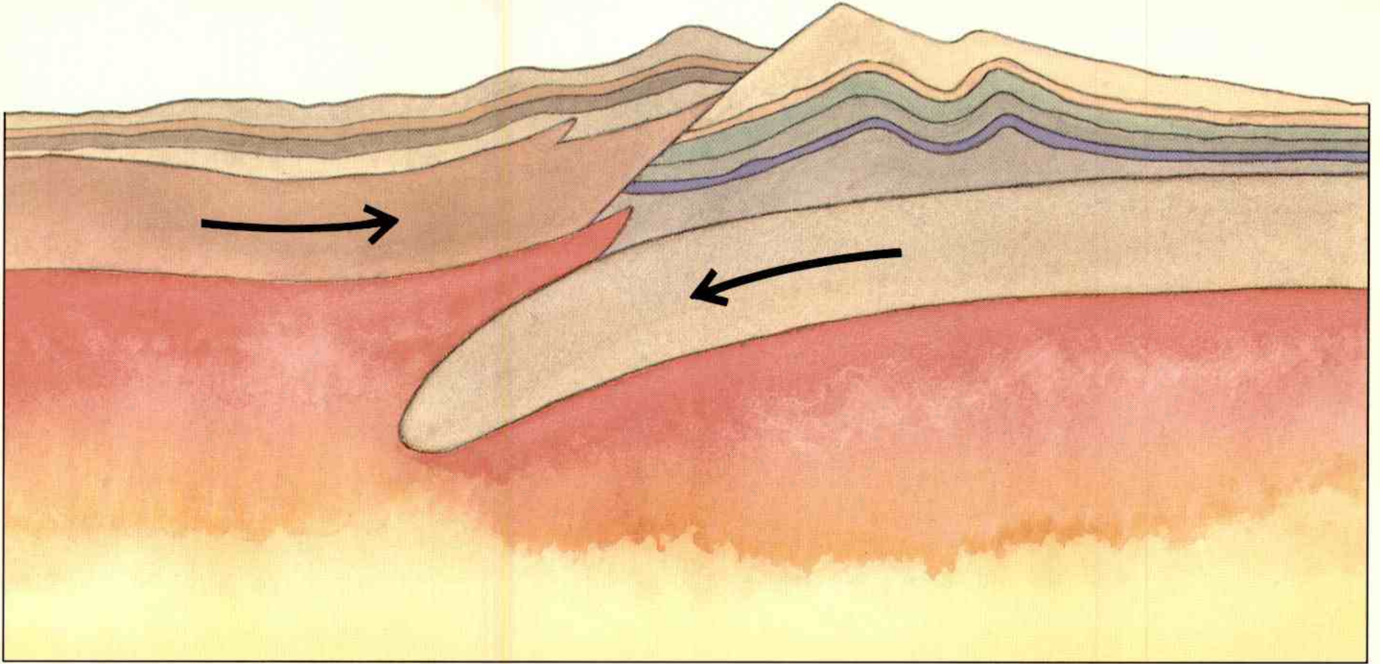
تَرْتَفِعُ الجِبَالُ فَوْقَ جَمِيعِ الْقَارَّاتِ وَقَاعِ جَمِيعِ المُحِيطَاتِ . والْقُوَى الْعَاتِيَةُ الَّتِى تُكَوِّنُهَا تَنْبُعُ مِنْ تَكْتُونِيَّةِ الْأَلْوَاحِ ، أَىْ بِنَاءُ الظَّوَاهِرِ الجِيُولُوجِيَّةِ بِتَفَاعُلِ الْأَلْوَاحِ الصُّلْبَةِ . وَالْأَلْوَاحُ الصُّلْبَةُ قِطَعٌ مُتَمَاسِكَةٌ مِن الطَّبَقَةِ الْخَارِجِيَّةِ الْيَابِسَةِ لِلْأَرْضِ . وكَمَا تُوضَعُ حِجَارَةُ الرَّصْفِ عَلَى قَارٍ سَاخِنٍ ، فَإِنَّ أَلْوَاحَ الْغِلَافِ الْيَابِسِ لِلْأَرْضِ تَطْفُو عَلَى طَبَقَةٍ سَائِلَةٍ سَاخِنَةٍ مِن الْوِشَاحِ الْعُلْوِىِّ لِلْأَرْضِ تُسَمَّى النِّطَاقَ الصُّهَيْرِى . وَعِنْدَمَا تَتَحَرَّكُ الْأَلْوَاحُ الصُّلْبَةُ فَإِنَّ حَوَافَّهَا الْخَارِجِيَّةَ تَصْطَدِمُ كَثِيرًا ، وتَدْفَعُ الْقِشْرَةَ لِأَعْلَى لِتَبْنِى سَلَاسِلَ الجِبَالِ . وهَذِهِ العَمَلِيَّةُ الْبَانِيَةُ لِلْجِبَالِ تُعْرَفُ بِحَرَكَةِ بِنَاءِ الجِبَالِ ، وتَحْدُثُ بِالطُّرُقِ الثَّلَاثَةِ الأَسَاسِيَّةِ المُوَضَّحَةِ هُنَا .

عِنْدَ تَصَادُمِ لَوْحَيْنِ قَارِّيَّيْنِ (وَهِىَ الَّتِى تَحْمِلُ الْقَارَّاتِ) تَنْتُجُ سَلَاسِلُ جِبَالٍ . فَالْقِشْرَةُ عِنْدَ مِنْطَقَةِ التَّصَادُمِ تَنْبَعِجُ وتَتَجَعَّدُ مُكَوِّنَةً سِلْسِلَةً مِن الجِبَالِ الْالْتِوَائِيَّةِ مِثْلِ جِبَالِ الْأَبَلَاش (صفحة ٩٦ ـ ٩٧) ؛ والألب والهيمالَايا (صفحة ٩٨ ـ ٩٩) . أَمَّا سَلَاسِلُ جِبَالِ الْأَنْدِيزِ الَّتِى تُوَازِى سَاحِلَ أَمْرِيكا الجَنُوبِيَّةِ عَلى المُحِيطِ الْهَادِى ، فَإِنَّهَا نَتَجَتْ عَن انْزِلَاقِ لَوْحٍ مُحِيطِىٍّ (يحمل المحيط) تَحْتَ لَوْحٍ قَارِّىٍّ . وَالنَّوْعُ الثَّالِثُ يَحْدُثُ عِنْدَمَا يَصْطَدِمُ لَوْحَانِ مُحِيطِيَّانِ وَيَنْزَلِقُ أَحَدُهُمَا عَلى الْآخَرِ . وَهَذِهِ الْعَمَلِيَّةُ تُنْتِجُ جِبَالًا بُرْكَانِيَّةً مِثْلَ جِبَالِ الْيَابَانِ وَالفِلِبِّين .



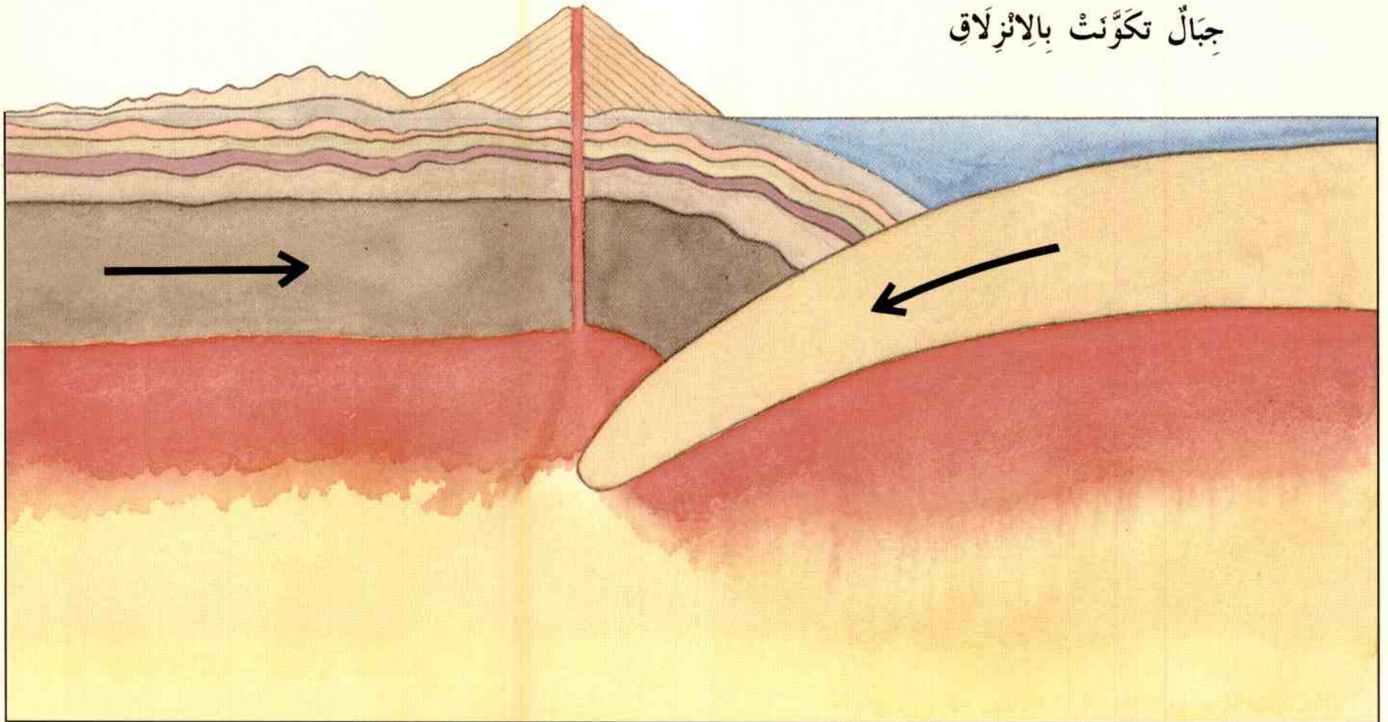
تَقَعُ سِلْسِلَةُ جِبَالِ تتون غَرْب ويُومِنْج (أعلى) عَلَى بُعْدِ ٧٠٠ مِيْلٍ مِن السَّاحِلِ الْغَرْبِىِّ لِلْوِلَايَاتِ المُتَّحِدَةِ . ويَرْجِعُ وُجُودُهَا إِلَى الحَرَكَةِ المُتَكَرِّرَةِ لِلْأَرْضِ عَلَى فَالِقٍ سَرِيعِ الانحِدَارِ يَحُدُّ الجَانِبَ الشَّرْقِىَّ لِلسِّلْسِلَةِ . وقد تَحَرَّكَتْ الكُتْلَةُ القِشْرِيَّةُ على الْجانِبِ الشَّرْقِىِّ لِلْفالِقِ إِلَى أَسْفَلَ أَكْثَرَ مِن ١٠٠٠٠ قدمٍ بِالنِّسْبَةِ لِلْكُتْلَةِ القِشْرِيَّةِ عَلَى الجانِبِ الْغَرْبِىِّ . وتَتَغَطَّى الصُّخُورُ الجَرَانِيتِيَّةُ الَّتِى تُكَوِّنُ مُعْظَمَ التِّتُون بِطَبَقَةٍ خَارِجِيَّةٍ مِنْ عِدَّةِ طَبَقَاتٍ رُسُوبِيَّةٍ أُزِيحَتْ غَرْبًا بِانْزِلَاقِهَا عَلَى الْفَالِقِ .

جِبَالٌ تكَوَّنتْ بِتَصَادُمِ قارَّتَيْنِ



تَصَادُمُ لَوْحَيْنِ قارِّيَّيْنِ باعَدَ بَيْنَهُمَا المُحِيطُ مَرَّةً ، يُنْتِجُ سَلَاسِلَ جِبَالٍ الْتِوائِيَّةٍ وَمِسَاحَاتٍ وَاسِعَةً مِنْ صُخُورِ المِنْطَقَةِ المُتَحوِّلَةِ — وَهِيَ صُخُورٌ تَغَيَّرَ تَرْكِيبُهَا المَعْدِنِيُّ نَتِيجَةَ الضَّغْطِ الشَّدِيدِ ودَرَجَةِ الحَرَارَةِ العَالِيَةِ المُتَوَلِّدَيْنِ عَنِ التَّصَادُمِ . وقَدْ تكَوَّنَتْ جِبَالُ الأَبْلَاشِ مِنْ مِثْلِ هَذَا التَّصَادُمِ عِنْدَمَا أُغْلِقَ المُحِيطُ القَدِيمُ السَّابِقُ لِلأَطْلَنطِيِّ . وبَعْدَ التَّصَادُمِ وبِناءِ الجَبَلِ اسْتَأْنَفَ قَاعُ البَحْرِ امْتِدَادَهُ وبَدأَ بِبُطْءٍ تَكَوُّنُ المُحِيط الأَطْلَنْطِي الحَالِيِّ .

جِبَالٌ تكَوَّنتْ بِالِانْزِلَاقِ



عِنْدَما يَصْطَدِمُ لَوْحٌ قَارِّيٌّ بِلَوْحٍ مُحِيطِيٍّ فَإِنَّ اللَّوْحَ المُحِيطِيَّ — بِاعْتِبَارِهِ الأَكْثَفَ — يَنْزَلِقُ تَحْتَ اللَّوْحِ القَارِّيِّ وَيُسَمَّى ذَلِكَ تَقَارُبًا انْزِلَاقِيًّا . وَالقُوَى الأُفُقِيَّةُ الكَبِيرَةُ النَّاتِجَةُ عَنْ هَذَا التَّصَادُمِ تَرْفَعُ وَتَطْوِي حَوَافَّ القَارَّةِ . وَبَيْنَمَا يَنْزَلِقُ اللَّوحُ المُحِيطِيُّ تَحتَ اللَّوحِ القَارِّيِّ ، فإِنهُ يُدْفَعُ إِلَى أَعْمَاقٍ أَكْبَرَ وَأَكْبَرَ ، وَأَخِيرًا يَنْصَهِرُ اللَّوْحُ المُحِيطِيُّ عَلَى طُولِ مُقَدِّمَتِهِ . وَهَذِهِ المَادَّةُ النَّاتِجَةُ عَنِ الِانْصِهَارِ تَشُقُّ طَرِيقَهَا خِلَالَ اللَّوْحِ العُلْوِيِّ القَارِّيِّ ، وتُكَوِّنُ سَلَاسِلَ بُرْكَانِيَّةً ، مِثْلَ جِبَالِ كَاسْكِيد ، ومُونْت سَانْت هِيلِنْز .

كَيْفَ تَنْشَأُ الْمَصَاطِبُ؟

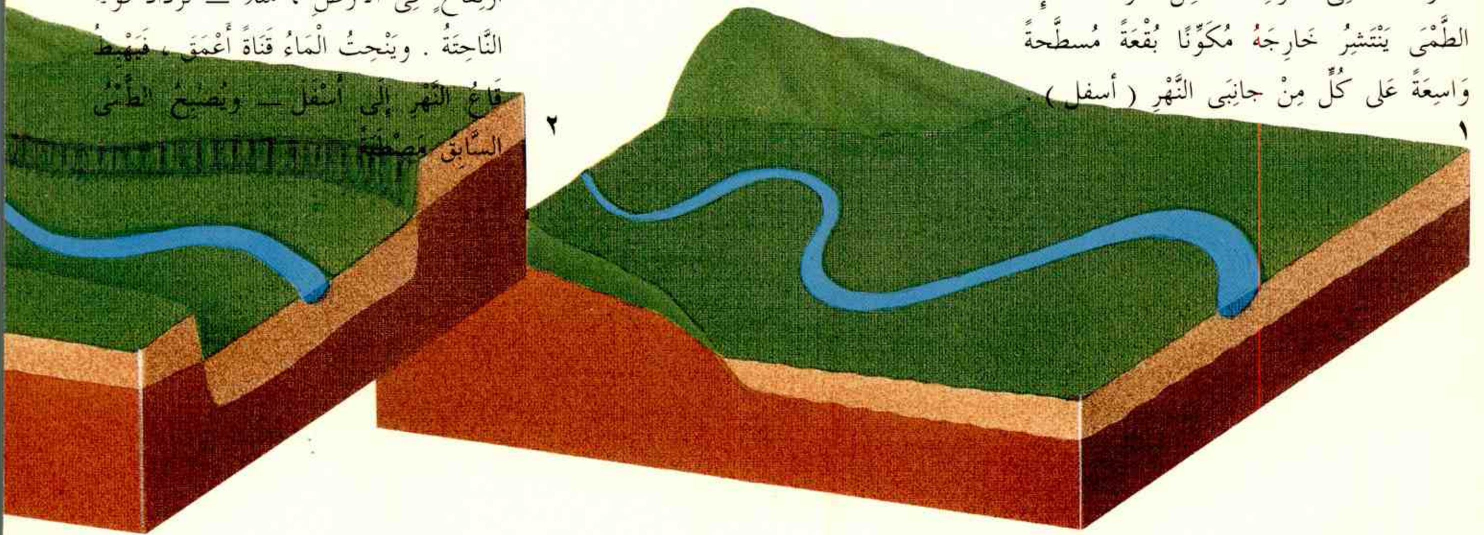
تَحْمِلُ الْأَنْهَارُ بالإضافةِ إِلى الْماءِ ، الْغِرْيَنَ وَالرَّمْلَ وَالْحَصَى وَالصَّلْصَالَ الَّتِى يَنْحتُها تَيَّارُ النَّهرِ القَوِىُّ مِن قَاعِهِ وَضِفَافِهِ ، وَهِىَ تُكَوِّنُ شِحْنَةً مِن الرَّوَاسِبِ يَحْمِلها النَّهرُ نحوَ مَصبِّهِ . وَبتغيُّرِ المُناخِ والفُصُولِ ، تَقِلُّ سُرْعَةُ التَّيَّارِ فَتَتَرسَّبُ هَذِهِ الرَّوَاسِبُ الْمُسمَّاةُ فِى مَجْمُوعِهَا بِالطَّمْيِ ، وتَنْتَشِرُ بِجَانِبِ النَّهْرِ . وَعِنْدَمَا تَزِيدُ سُرْعَةُ التَّيَّارِ ثَانِيَةً ، فَإِنَّهُ يَنْحتُ هَذِهِ الرَّواسِبَ الطَّمْيِيَّةَ إلى عُمْقٍ أكْبَرَ ، فَيَنْخَفِضُ قَاعُ النَّهْرِ إِلَى مُستوًى أَقَلَّ . وَبَاقِى الطَّمْيِ ذُو السَّطْحِ المُنْبَسِطِ ، وَالأَعْلَى دَرَجَةً وَاحِدَةً ، يُصْبحُ شُرْفَةً نَهْرِيَّةً .

وَالمصاطِبُ السَّاحِلِيَّةُ تُشبِهُ المصاطِبَ النَّهْرِيَّةَ ، ولَكِنَّها تَتكَوَّنُ بِالنَّحتِ وَلَيْسَ بِالإِرْسَابِ فَعِنْدَمَا يَحْدُثُ هُبُوطٌ فِى مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ ، وَيُصْبِحُ قَاعُ الْبَحْرِ المُنْحَدِرُ المُلاصِقُ لِلشَّاطِئِ مَكْشُوفًا ، فَإِنَّ قَاعَ الْبَحْرِ يُصْبِحُ مصْطَبَةً ساحِلِيَّةً . وتَقُومُ أَمْوَاجُ المُحِيطِ بِتَنْعِيمِ مَصْطَبةٍ وَجَعْلِهَا مُسطَّحَةً . وَإِذَا جَعَلَتْهَا الأَمْوَاجُ مَائِلَةً عِنْدَ مَكانِ اتِّصَالِهَا بِالأَرْضِ ، فَقَدْ يَتَكَوَّنُ جُرُفٌ مُنْحَدِرٌ .

نَحْتُ مَصْطَبَةٍ نَهْرِيَّةٍ

يَنْحِتُ النَّهْرُ الطَّمْىَ أَو الرَّواسِبَ وَيُحْمَلُ إِلَى مَجْرَاهُ السُّفْلِيِّ . وَعِنْدَمَا تَقِلُّ سُرْعَتُهُ ، فَإِنَّ الطَّمْىَ يَنْتَشِرُ خارِجَهُ مُكَوِّنًا بُقْعَةً مُسطَّحةً وَاسِعَةً عَلى كُلٍّ مِنْ جانِبَى النَّهْرِ (أسفل) .

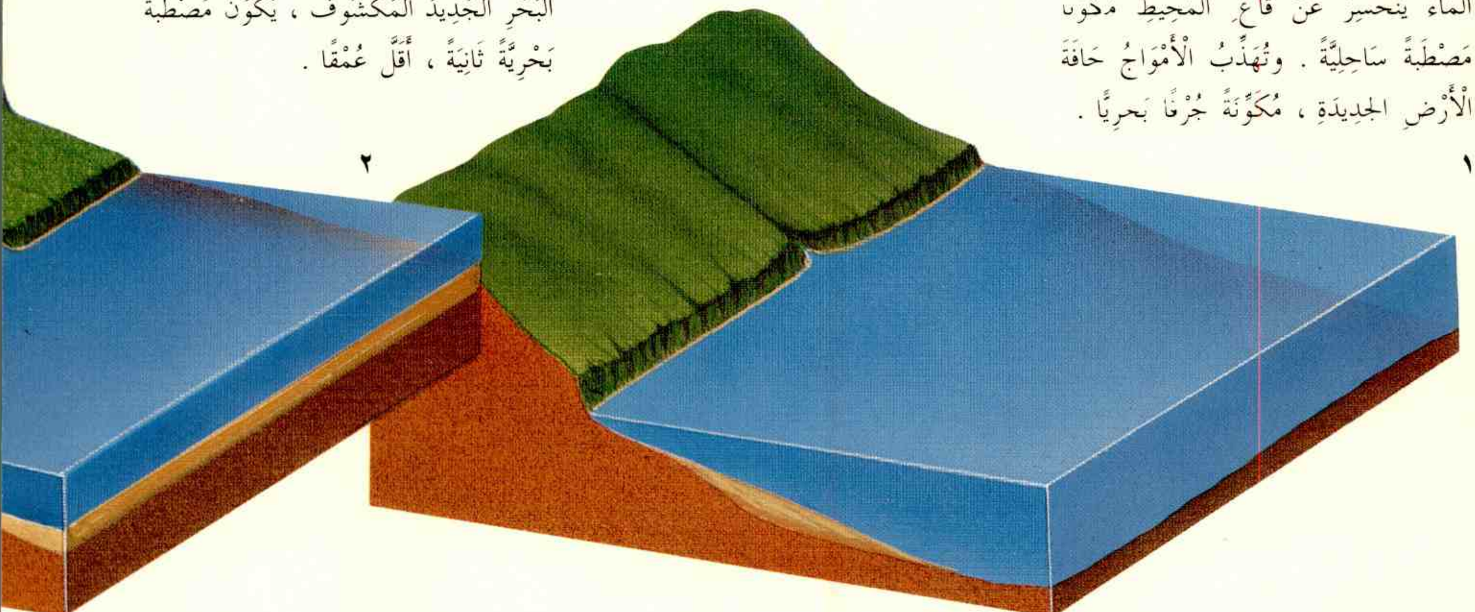
عِنْدَمَا يَسْتَرِدُّ تَيَّارُ النَّهْرِ قُوَّتَهُ ـــ بِسَبَبِ ارْتِفاعٍ فِى الْأَرْضِ ، مثَلًا ـــ تَزْدَادُ قُوَّتُهُ النَّاحِتَةُ . وَيَنْحِتُ الْماءُ قَنَاةً أَعْمَقَ ، فَيَهْبِطُ قَاعُ النَّهْرِ إِلَى أَسْفَلَ ـــ وَيُصْبِحُ الطَّمْىُ السَّابِقُ مَصْطَبَةً .



صُنْعُ مَصْطَبَةٍ سَاحِلِيَّةٍ

الهُبُوطُ فِى مُسْتَوَى سَطْحِ البَحْرِ يَجْعَلُ المَاءَ يَنْحسِرُ عَنْ قَاعِ المُحِيطِ مُكَوِّنًا مَصْطَبَةً سَاحِلِيَّةً . وتُهَذِّبُ الأَمْوَاجُ حَافَةَ الأَرْضِ الجَدِيدَةِ ، مُكَوِّنَةً جُرُفًا بَحرِيًّا .

وَعِنْدَمَا يَنْخَفِضُ سَطْحُ البَحْرِ ثَانِيةً ـــ خِلالَ عَصْرٍ جَلِيدِيٍّ ، مَثَلًا ـــ فَإِنَّ قَاعَ البَحْرِ الجَدِيدَ المَكْشُوفَ ، يُكَوِّنُ مَصْطَبَةً بَحْرِيَّةً ثَانِيَةً ، أَقَلَّ عُمْقًا .



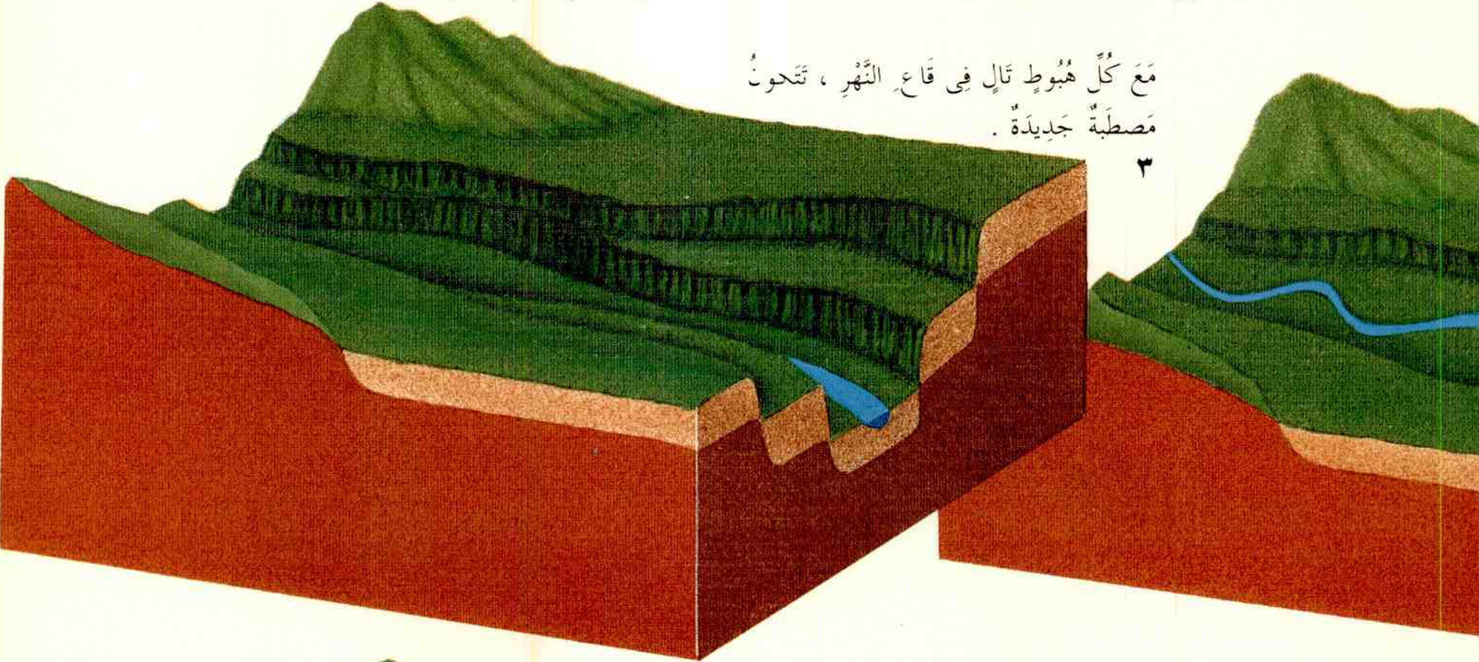


سَاحِلُ جَزِيرَةِ سَادُو اليَابَانيةِ ذُو مُصَاطِبِ ، يُوضِّحُ أَثَرَ الْهُبُوطِ المُتَكَرِّرِ لِسَطْحِ مَاءِ الْبَحْرِ .

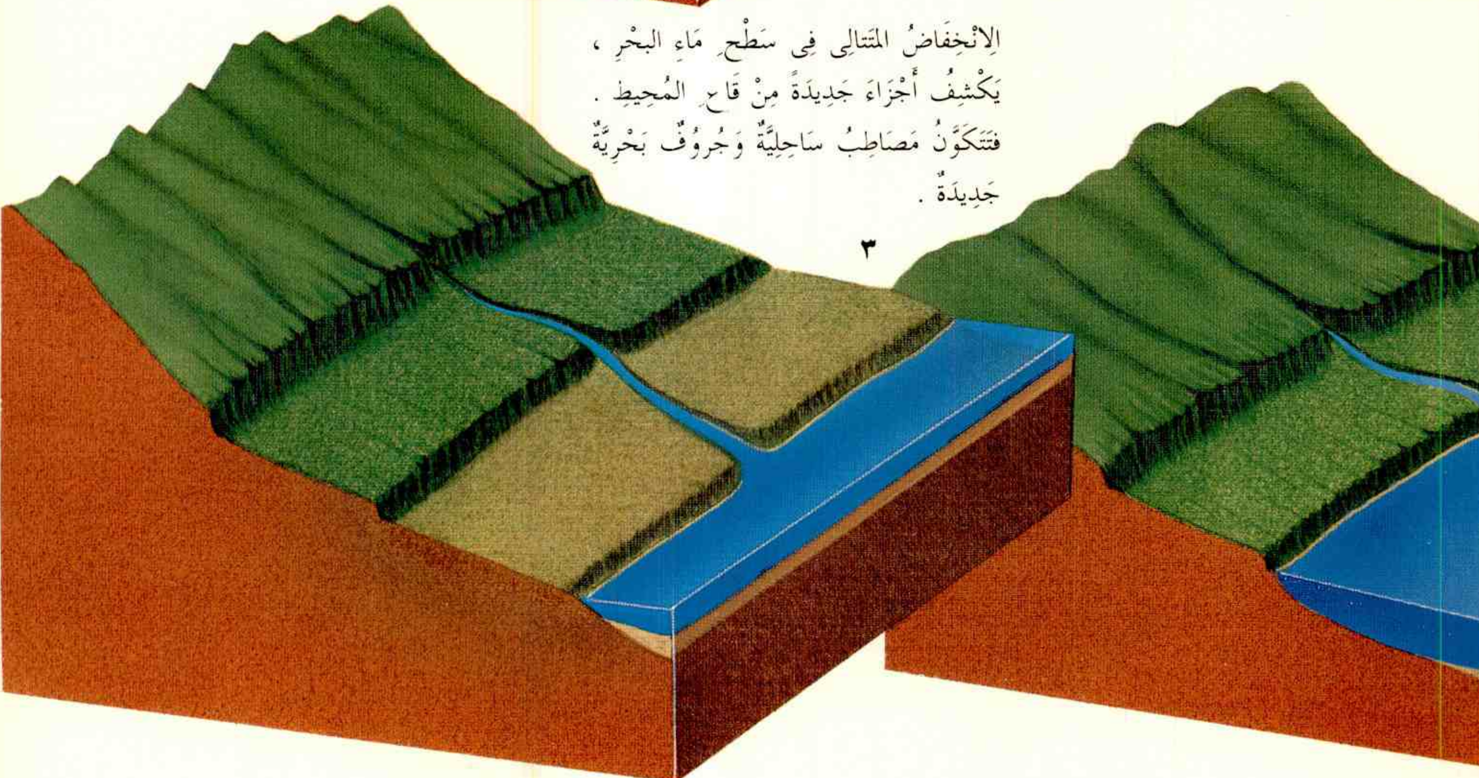


تَرْتَفِعُ الْمَصَاطِبُ النَّهرِيَّةُ تَدْرِيجِيًّا عَلَى جَانِبِي نَهْرِ كَاتَاسِيِي نِي الْيَابَان ، وتَظْهَرُ المَزَارِعُ الخَضْرَاءُ المُرَبَّعَةُ .

مَعَ كُلِّ هُبُوطٍ تَالٍ فِي قَاعِ النَّهْرِ ، تَتَكَوَّنُ مَصطَبَةٌ جَدِيدَةٌ .



الانْخِفَاضُ المُتَتَالِي فِي سَطْحِ مَاءِ البَحْرِ ، يَكْشِفُ أَجْزَاءً جَدِيدَةً مِنْ قَاعِ المُحِيطِ . فَتَتَكَوَّنُ مَصَاطِبُ سَاحِلِيَّةٌ وَجُرُوفٌ بَحْرِيَّةٌ جَدِيدَةٌ .



هل يُمكِنُ أنْ يغزو البحرُ اليابِسة؟

التغيُّر المُفاجِئ أو التَّدريجيُّ فِى القِشْرَةِ الأَرْضيَّةِ ، أوْ فِى حَجْمِ المُحيطَاتِ ، قَدْ يَرْفعُ مُسْتوى البَحْرِ فِى مِنطَقَةٍ ساحِليَّةٍ ، فَيَغْمُرُ المُحيطُ اليَابِسَةَ ، ويُنْشِئُ شاطِئًا جَدِيدًا . وهَيْئَةُ السَّاحِلِ المُعدَّلِ مِنْ خِلْجَانٍ وشُرُومٍ ومَدَاخِلَ وَأشْبَاهِ جُزُرٍ وفُيُورْدَاتٍ تَتحدَّدُ بِشَكْلِ الأَرْضِ قَبْلَ غَزْوِ الْبَحْرِ لَهَا .



هَذا الْمَزيجُ مِن المَداخِلِ والْجُزُرِ ، يُمثِّلُ نَمُوذَجًا لِوَادٍ غارِقٍ .

عِنْدَمَا يَغْمُرُ البَحْرُ مِنْطَقَةَ تِلَالٍ قَلِيلَةِ الانْحِدَارِ ، تَنْتجُ وِدْيَانٌ غارِقَةٌ تَتَوسَّطُهَا جُزُرٌ ، وَيحفُّ بِهَا مَدَاخِلُ وَشُرُومٌ مِثْلُ شَرْمِ تْشيسَابيك .

وهُنَاكَ نَوْعٌ آخَرُ مِن الْودْيَانِ الغَارِقَةِ تُنْتجُ شَوَاطِئَ قُمْعِيَّةً (ريا) عِنْدَمَا تَبْدَأُ مِياهُ الْبَحْرِ فِى غَمْرِ الحَوَافِّ شَدِيدَةِ الانْحِدَارِ الْعَمُودِيَّةِ عَلى الشَّاطِئِ . فتُصْبِحُ الحَوافُّ أشْبَاهَ جُزُرٍ تُشْبِهُ الأَصَابِعَ وجُزُرًا ، بَيْنَما يتحوَّلُ الْوَادِى إلَى مَداخِلَ طَوِيلَةٍ تُشْبِهُ القُمْعَ .

وَحَيْثُ تكونُ الحَافاتُ الجَبَلِيَّةُ مُوَازِيَةً لِلْبَحْرِ ، فَإِنَّ طُغْيَانَ الْبَحْرِ يُنْتِجُ سَاحِلًا دِلْمَاشِيًّا ، مِثْل سَاحِلِ البُوسْنَة ، حَيْثُ يُحوِّلُ المَاءُ المُرتَفِعُ الوِدْيَانَ إِلَى أَلْسِنَةٍ بَحْرِيَّةٍ ، وَالحافاتِ إلَى جُزُرٍ طَوِيلَةٍ ضَيِّقَةٍ .

ويُولَدُ الْفيُورْد عِندمَا يَمْلأُ البَحْرُ وَادِيًا عَلَى شَكْلِ U نحتَتْهُ المُثلَّجَاتُ .



الشَّاطِئُ القُمْعِيُّ (الريَّا) (أعلى) يتميَّزُ بمَداخِلَ عَميقَةٍ مُستَدَقَّةِ الأَطْرَافِ تَتَبادَلُ مَع أَصابِعَ طَوِيلَةٍ مِن الأَرْضِ .

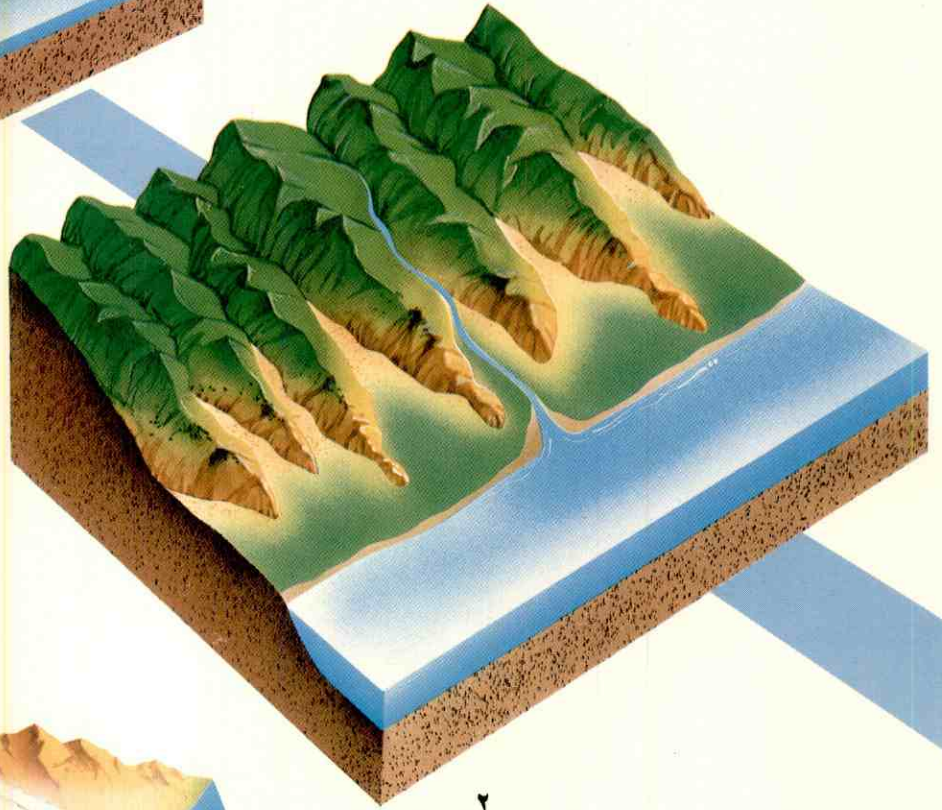
كَيْفَ يَغْرَقُ السَّاحِلُ

يَبْدأُ الشَّاطِئُ القُمْعِيُّ كَسَاحِلٍ ـ لَهُ حَافَاتٌ شَدِيدَةُ الانْحِدَارِ ، وعَمُودِيَّةٌ على الشَّاطِئِ (١) . وعِنْدَمَا يَرْتَفِعُ البَحْرُ ، تَغْزُو المِياهُ الوِدْيَانَ (٢) ، مُكَوِّنَةً مَداخِلَ عَميقَةً بَيْنَ أَشْبَاهِ جُزُرٍ ضَيِّقَةٍ ، وجُزُر .

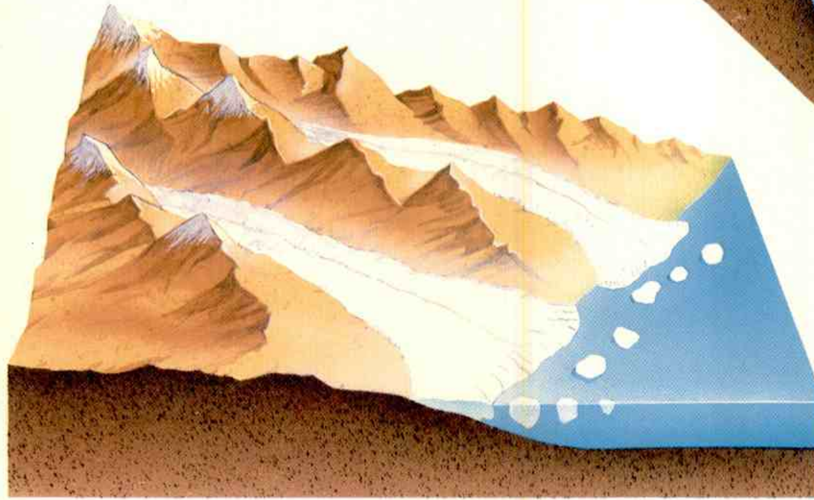
٣



١



٢



تكون الفيُورْد

عِنْدَ انْزِلَاقِ الثَّلَّاجَاتِ إِلَى الْبَحْرِ ، تَحْفِرُ وِدْيَانًا عَلَى شَكْلِ U لَهَا جَوَانِبُ رَأْسِيَّةٌ عَالِيَةٌ (أعلى) . فَإِذَا مَلَأَ مَاءُ الْبَحْرِ الوِدْيَانَ ، فَإِنَّهُ يُحَوِّلُهَا إِلَى فُيُورْدَات .

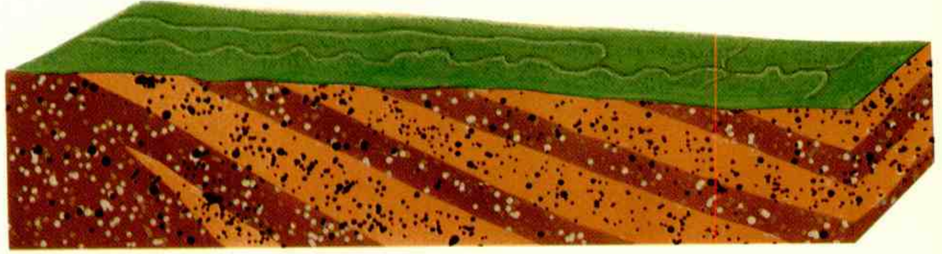


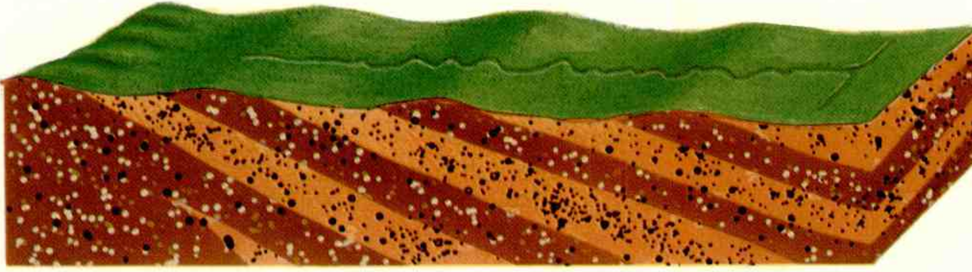
سَاحِلُ النَّرويجِ الْأُفْعُوانى :

يَنْتَشِرُ عَلى طُولِ سَاحِلِ النَّروِيجِ ذِى الْمصَاطِبِ الْبَحْرِيَّةِ ، فُيُورْدَات مثل هذه (يمين) . وَإِذَا فُرِدَتْ جَمِيعُ فُيُورْدَات النَّروِيجِ بِجَانِبِ بَعْضِهَا ، فَإِنَّ سَاحِلَ النَّروِيجِ الَّذِى يَصِلُ إِلَى ١٢٣٨ مِيلًا طُولًا ، سيُصْبِحُ طُولُهُ أَكْثَرَ من ٨٠٠٠ مِيْلٍ .

مَا هِىَ الكِوِيسْتَا ؟

١ ـ شَرِيحَةٌ مِن الْأَرْضِ (يمين) قَابِلَةٌ لِلارْتِفَاعِ لتكَوِّنَ الحافاتِ المُنْخَفِضَةَ المسمَّاةَ كِويسْتَات . ويظْهَرُ تَحْتَ سَطْحِ الْأَرْضِ عَلى التَّبَادُلِ مَجْمُوعَاتٍ مِن الصُّخُورِ الضَّعِيفَةِ وَالْقَوِيَّةِ الَّتِى تمِيلُ حَوالى ١٥° أو أقل .





٢ – الطَّبَقَاتُ الصَّخْرِيَّةُ الْأَضْعَفُ – من الصَّلْصَالِ أو الطِّينِ الصَّفْحِىِّ مثَلًا ـ تتآكَلُ بِسُرْعَةٍ نِسْبِيًّا ، وتَتْرُكُ حُفَرًا فِى الْأَرْضِ . والطَّبَقَاتُ المُقَاوِمَةُ مِثْلُ الْحَجَرِ الْجِيرِىِّ أو الحجرِ الرَّمْلِىِّ ، تتآكَلُ بِبُطْءٍ ، مُكَوِّنَةً تِلالًا أُسْطُوَانية .

كِويسْتَا

٣ ـ وبتَأْثِيرِ عَوامِلِ التَّعرِيَةِ مِنْ مطَرٍ ورِيَاحٍ ، فَإِنَّ الطَّبَقَاتِ الْأَضْعَفَ تَنْهَارُ تارِكَةً مُنْحَدَرَاتٍ هَادِئَةً . أَمَّا الطَّبَقَاتُ الْأَصْلَبُ ، فَتبْقى فِى أَمَاكِنِهَا مُكَوِّنَةً كِويسْتَات .

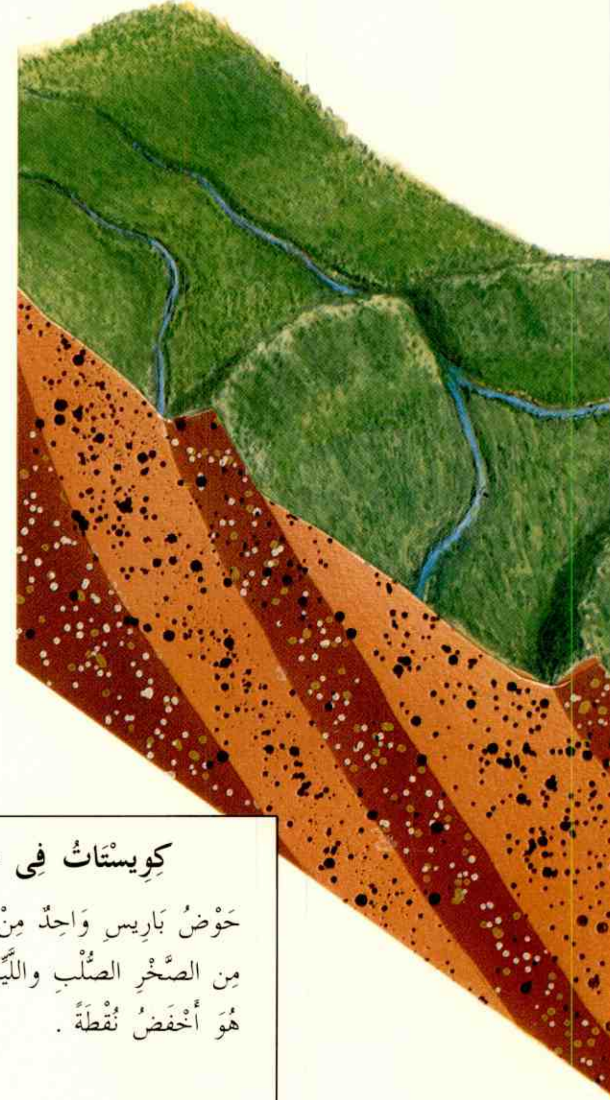
صَخْرٌ صُلْبٌ

صَخْرٌ لَيِّنٌ

تَضَارِيسُ سَطْحِ الْأَرْضِ تُشْبِهُ تَضَارِيسَ تِمْثَالٍ ، فَهِى تتوقَّفُ علَى قُوَّةِ النَّحتِ ، ونَوْعِ المَادَّةِ المَنْحُوتَةِ . وعِنْدَمَا تَكُونُ القُوَّةُ هِى عَوامِلُ التآكُلِ ، والمَادَّةُ تَتَرَكَّبُ مِنْ طَبَقَاتٍ مَائِلَةٍ مِن الصُّخُورِ الرُّسُوبِيَّةِ ، فَإِنَّ المَنْظَرَ النَّاتِجَ يُكَوِّنُ حَافَّاتٍ طَوِيلَةً ضَيِّقَةً مُتَوَازِيَةً تُسَمَّى كِويسْتَات . وَالكِويسْتَا لَهَا مَنْظَرٌ جَانِبِىٌّ مُمَيَّزٌ . فَأَحَدُ جَانِبَيْهَا شَدِيدُ الانْحِدَارِ ، وَالجَانِبُ الثَّانِى هَيِّنُ الانْحِدَارِ . ويُرْجِعُ شَكْلُ الحَافَةِ الطَّبَقَاتِ الصَّخْرِيَّةَ المتبادِلَة تَحْتَها ، والَّتِى تُقاوِمُ التآكُلَ بِدَرَجاتٍ مُخْتَلِفَةٍ . والكِويسْتَا نَفْسُهَا تَتَكَوَّنُ مِن طَبَقَةٍ صَخْرِيَّةٍ شَدِيدَةِ المُقَاوَمَةِ لِلتَّآكُلِ . وتُوجَدُ وسْطَ هَذِهِ الطَّبَقَةِ طَبَقَاتٌ صَخْرِيَّةٌ أَكْثَرُ لُيُونَةً ، وقَدْ تآكَلَت هَذِهِ الطَّبَقَاتُ لتُكَوِّنَ وِدْيَانًا بَيْنَ الحَافَّاتِ . والكِويسْتَاتُ تُمَيِّزُ صَفْحَةَ الأَرْضِ فِى جَنُوبِ غَرْبِىِّ الوِلَايَاتِ المتَّحِدَةِ ، وسَوَاحِلِ الأَطْلَنطِىِّ وخِلْجَانِ الولَايَاتِ المتَّحدة ، وجَنُوبِ شَرْقِ إنجلترا ، وحَوْضِ بَارِيس .

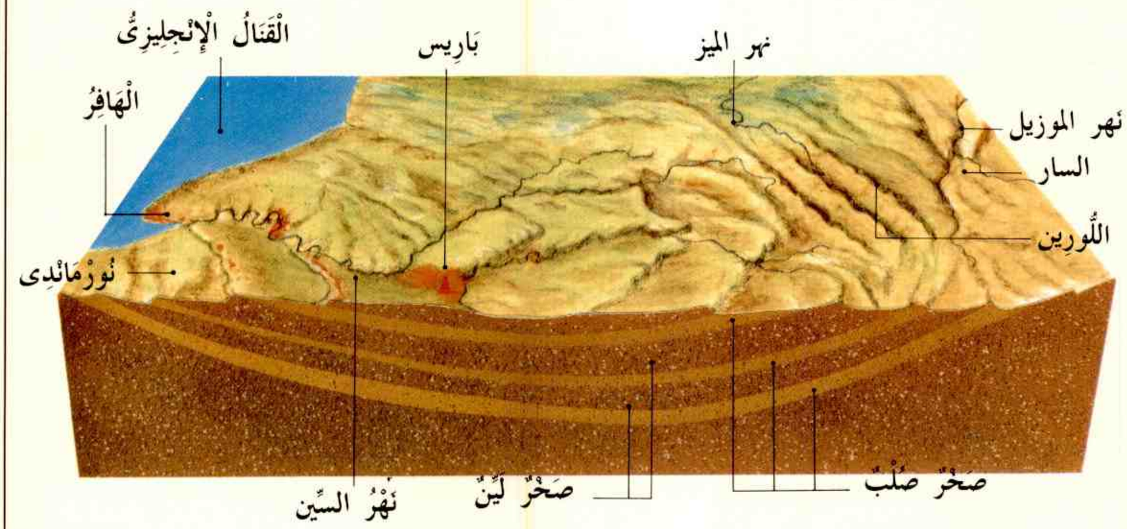


تَكْوِينَاتُ كِويسْتَا تَحْتَ مَزَارِعَ دُرُوجِيَّةٍ فى نورماندى .



كِويسْتَاتٌ فِى حَوْضِ بَارِيس

حَوْضُ بَارِيس وَاحِدٌ مِنْ أَكبرِ تكْوِينَاتِ الكِويسْتَات ، حيْثُ يُوجَدُ أَنْصافُ دَوَائِرَ مُتَبادَلَةٌ مِن الصَّخْرِ الصُّلْبِ واللَّيِّنِ تَرَكَتْ شَكْلًا مِن الحَافَّاتِ المَرْكَزِيَّةِ والوِدْيَانِ . ويَكُونُ المَرْكَزُ هُوَ أَنْخفَضُ نُقْطَةٍ .



كَيْفَ نَشَأَ



شِقُّ الْأُخْدُود

نَهْرُ كُلُورَادُو الْقَدِيمُ

نظام صرف هُولَابِى

هضبة كِيبَاب

هضبة كِيبَاب

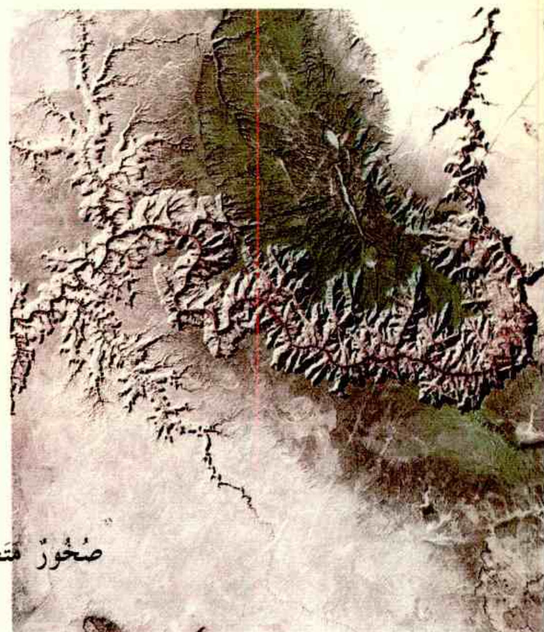
نَهْرُ كُلُورَادُو

١ ــ مُنْذُ ٦٥ مِلْيُونَ سَنَةٍ بَدَأَتْ هَضْبَةُ كُلُورَادُو فِى الارْتِفَاعِ فَوْقَ الْمُسْتَوى الْمُحِيطِ بِهَا . وَقَبْلَ ذَلِكَ الْوَقْتِ كَانَتْ فِى مُسْتَوَى سَطْحِ الْبَحْرِ ، ويُغَطِّيهَا أَوَّلًا صَحَرَاءُ ، ثُمَّ مُنْذُ أَكْثَرَ من ٢٥٠ مِلْيُونَ سَنَةٍ ، كَانَ يُغَطِّيهَا بَحْرٌ دَاخِلِىٌّ دَافِئٌ .

٢ ــ وَأَثْنَاءَ ارْتِفَاعِ هَضْبَةِ كُلُورَادُو دُفِعَ نَهْرُ كُلُورَادُو عَبْرَ هَضْبَةِ كِيبَاب . وَنَتِيجَةً لِذَلِكَ ، اِتَّصَلَ مَجْرَى النَّهْرِ بِنِظَامِ صَرْفِ هُولَابِى ، مَنْشَأَ الْمَجْرَى الْحَالِى لِنَهْرِ كُلُورَادُو .



نَهْرُ كُلُورَادُو بِلَوْنِهِ الأَحْمَرِ يَحْفِرُ أَرْضَ الْوَادِى الأخدودِى الْعَظِيمِ ، وَهُوَ مُحَمَّلٌ بِالرَّوَاسِبِ النَّاتِجَةِ عَنِ النَّحْتِ (أعلى) . وَإِلَى اليَسَارِ مَنْظَرٌ مِن الْقَمَرِ الصِّنَاعِىِّ لِمِنْطَقَة الخانق .



٤ ــ فِى الْوَقْتِ الْحَالِى أَصْبَح عَرْضُ الْوَادِى الْأُخْدُودِىِّ الْعَظِيمِ ١٨ ميلًا ، وعُمقُهُ مَيْلًا وَاحِدًا . ويتراوَحُ عُمْرُ طَبَقَاتِهِ الصَّخْرِيَّة من ٢٥٠ مِلْيُونَ سَنَةٍ عِندَ القِمَّةِ إِلَى ٢ بِلْيُونَ سنَةٍ على الْقَاعِ .

مَجْمُوعَةُ تونتو — حَجَرٌ جِيرِىٌّ كِيبَاب

مَجْمُوعَة أنكار — حَجَرٌ رَمْلِىّ كوكونينو

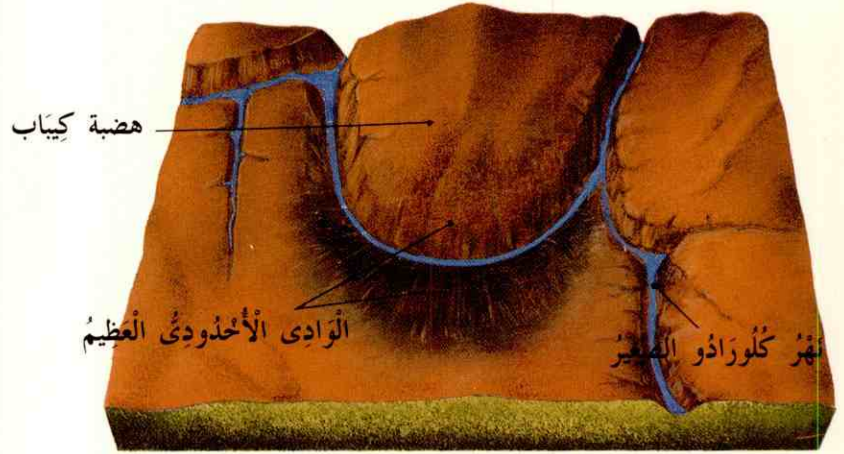
صُخُورٌ مُتحوِّلَةٌ ونارية أقدم — تَكْوِينُ سوبى

حَجَرٌ جِيرِىّ ردوول

الْوَادِى الأُخْدُودِىُّ الْعَظِيمُ ؟

مِنْذُ حَوَالَى ٦٥ مِليُونَ سَنَةٍ لَمْ يَكُنْ الْوَادِىَ الأُخْدُودِىُّ الْعَظِيمُ بِهَذَا الْحَجْمِ . وكَانَ فِى مَوْضِعِهِ هَضْبَةُ كُلُورَادُو ، وَهِىَ كُتْلَةٌ ارْتِفَاعُهَا ١,٥ مِيلٍ وتُغَطِّى أَجْزَاءً مِمَّا تَشْغَلُهُ الْيَوْمَ كُلُورَادُو ، وَيُوتَاه ، وَأَرِيزُونَا ، ونْيُومَكْسِيكُو . بَدَأَ نَهْرُ كُلُورَادُو الْقَوِىُّ عَمَلَهُ عَلَى هَذَا السَّهْلِ الْقَاحِلِ . وشَقَّ طَرِيقَهُ إِلَى أَسْفَل خِلَالَ الصُّخُورِ بِالْقُوَّةِ الْحَاتَّةِ لِمَائِهِ المحَمَّلِ بالحصَى وَالرَّمْلِ ، وأَنْشَأَ أُخْدُودًا اتَّسَعَ عِنْدَمَا هَاجَمت الرِّيَاحُ والأَمْطَارُ وَالثُّلُوجُ جُدْرَانه .

والْيَومَ ، تُقَدِّمُ هَضْبَةُ كُلُورَادُو وَوَادِيهَا الأُخْدُودِىُّ اسْتِعْرَاضًا لِلتَّارِيخِ الْجُيُولُوجِى لِلأَرْضِ . فعلَى جُدْرَانِ الْخَانِقِ تُرَى شَوَاهِدُ جِيُولُوجِيَّةٌ من الْبَرَاكِينِ وَالصَّحَارَى والدَّيْنَاصُورَات وَالبِحَار الدَّاخِلِيَّةِ الْقَدِيمَة . وأَدْنَى طَبَقَةٍ ظَاهِرَةٍ تَحْتَوِى صُخُورًا مُتَحوِّلَةً ونَارِيَّةً قَدِيمَةً دُونَ حَيَاةٍ ، بَعْضُهَا عُمْرُه بِلْيُونَا سَنَةٍ .



٣ — وبِمُسَاعَدَةِ عَوَامِلِ تَعْرِيَةٍ متَنَوِّعَةٍ — الشَّمْسِ ، والرِّيَاحِ ، والمطَرِ ، والثَّلْجِ ، والجليدِ ، وحَتَّى قُوَّةِ جُذُورِ النَّبَاتَاتِ فِى اخْتِرَاقِ الصُّخُورِ — اِسْتَغْرَقَ نَهْرُ كلورادو مَلَايِينَ السِّنِينَ لِيَنْحِتَ الوَادِىَ الأُخْدُودِىَّ الْعَظِيمَ .

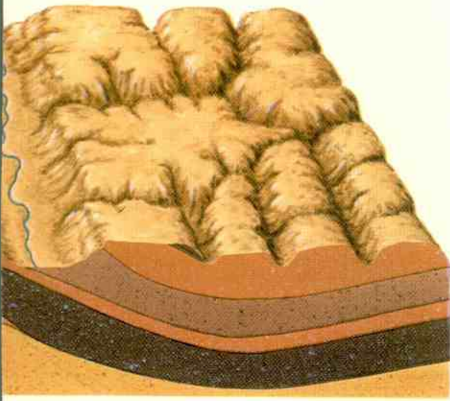
نَهْرُ كُلُورَادُو

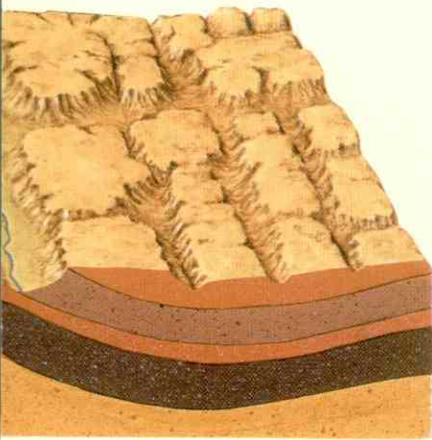
كَيْفَ تَكَوَّنَتْ جِبَالُ الأَبْلاش ؟

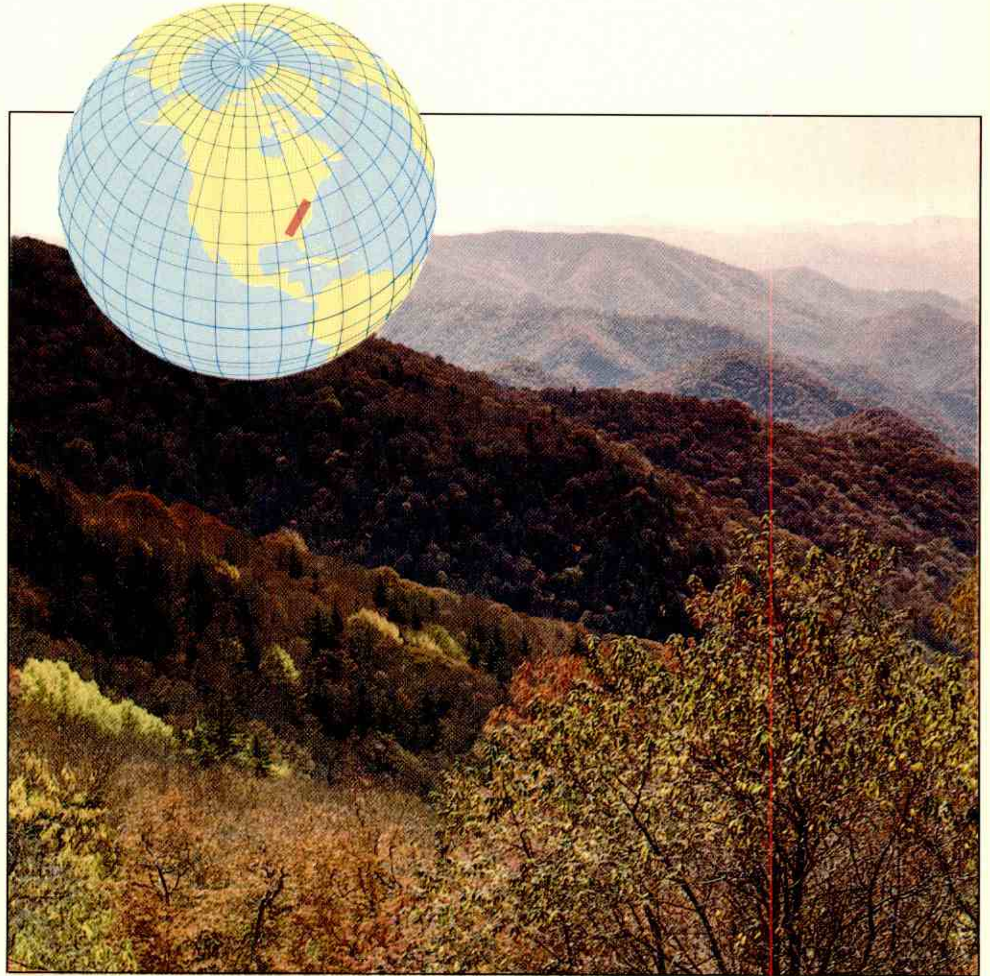
مُنْذُ حَوالى ٣٠٠ مِلْيُونِ سَنَةٍ حَدَثَ تَصادُمٌ قارِّىٌّ بَيْنَ أَمْرِيكا الشَّمَالِيَّةِ الَّتى قَرَعَتْ بِبُطْءٍ أُوْرُوبا ثُمَّ أَفْرِيقيا ، وأَعْطَى هَذا التَّصادُمُ ضَغْطًا هائِلًا لجبالِ الأَبْلاشِ الَّتى كانَتْ قَدْ بَدأَتْ تتكَوَّنُ قَبْلَ ذَلِكَ بِحوالى ٢٠٠ مِلْيُونِ سَنَةٍ . والحَرارَةُ والضَّغْطُ المتوَلِّدانِ عَنْ هَذا التَّصادُمِ دَفَعَا سِلْسِلَةً كَثِيفَةً مِن الصُّخُورِ الرُّسُوبِيَّةِ إِلى الارْتِفاعِ ، والتوى سَطْحُ الْأَرْضِ إِلَى سِلْسِلَةِ جِبالٍ تَرْتَفِعُ عَشَراتِ الْآلافِ مِن الْأَقْدامِ .



وعلى مَدارِ أُلُوفِ السِّنِينَ التَّالِيَةِ جَدَّدَ التآكُلُ الدَّفْعَ لِأَعْلَى ، واسْتَمَرَّتْ عَوامِلُ التَّعرِيَةِ فِى تَشكِيلِ الجِبالِ إِلَى شَكْلِهَا الْحَالى ، سِلْسِلَةٍ طُولُهَا ١٦٠٠ مِيلٍ تَمْتَدُّ مِن نُيوفُوندلَاند عَبْرَ الوِلَاياتِ المتَّحِدَةِ الشَّرْقِيَّةِ وفى وَسَطِ ألابَامَا . وتُعْتَبَرُ هَذِهِ السِّلْسِلَةُ اليومَ مِنْ أَكْثَرِ السَّلَاسِلِ الجدِيرَةِ بالدِّراسَةِ على وَجْهِ الْأَرْضِ ، وتَزْهُو بِقَسَماتِهَا الجُغْرافِيَّةِ العَدِيدَةِ المُمَيَّزَةِ الَّتى مِنْهَا شَبَكَةٌ مِنْ كُهُوفِ الحَجَرِ الجيرِىِّ الَّتى تَتَخَلَّلُ الْأَرْضَ تَحْتَ وَسَطِ وجَنُوبِ جِبالِ الْأَبْلاشِ . وأَطْوَلُ قِمَّةٍ فِى هَذِهِ السِّلْسِلَةِ هِى مُونْت ميتشيل فِى نُورْث كارولينا ، وارتفاعها ٦٦٨٤ قدمًا .



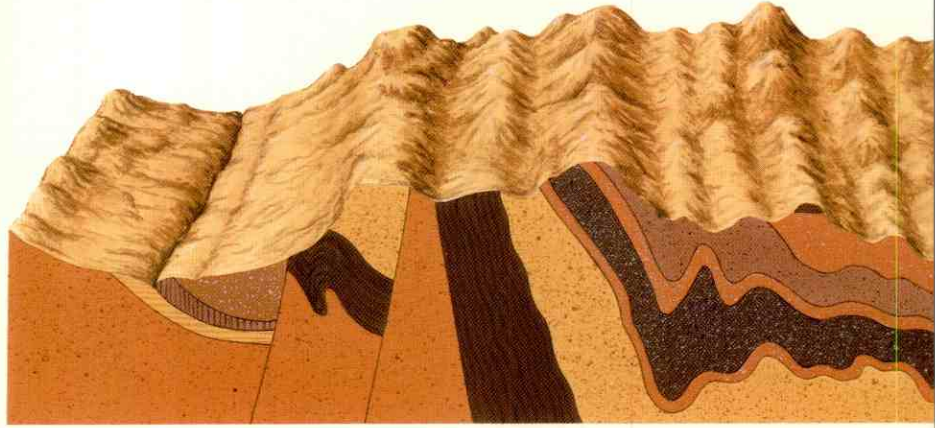




تُغَطِّى الْأَشْجارُ النَّفْضِيَّةُ مُعْظَمَ جِبالِ الْأَبْلاشِ بِمَنْظَرٍ بانُورامَا خَرِيفِيَّةٍ مِثل هَذا المَنْظَرِ فِى نُورث كارولينا .

تَارِيخُ سِلْسِلَةٍ جَبَلِيَّةٍ

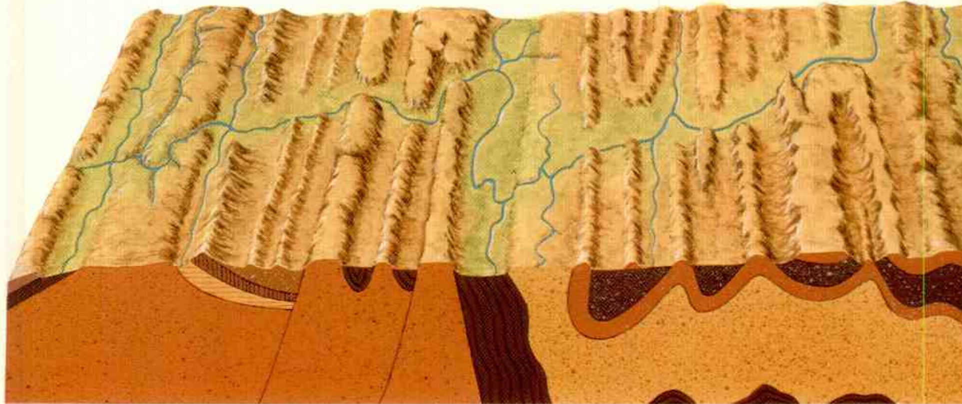
بَدأ تكَوُّنُ جِبَالِ الْأَبْلَاشِ منذ ٥٠٠ مِلْيُونِ سنَةٍ . انْفَصَلَت القَارَّاتُ ، ثُمَّ عَادَت لِتَصْدِمَ بعضَهَا الْبَعْضَ مُوَلِّدَةً حرارَةً وَضَغْطًا متزَايِدًا فِى الْأَرْضِ . وأَخِيرًا أَدَّتْ قُوَى هَذِهِ التَّصَادُمَاتِ إِلَى تَجعُّدِ القِشْرَةِ الْأَرْضِيَّةِ وارْتِفَاعِهَا إِلَى سِلْسِلَةِ جِبَالٍ مُشَابِهَةٍ لِجبَالِ الْأَلْبِ الْيَوْمَ .



وتَآكَلَت الطَّبَقَاتُ الصَّخْرِيَّةُ الضَّعِيفَةُ بِفِعْلِ التَّعْرِيَةِ ، وظَلَّت الطَّبَقَاتُ القَاسِيَةُ كَمَا هِىَ . وتَكَشَّفَ قَاعٌ صَخْرِىٌّ يَتَّفِقُ مَع الطَّيَّاتِ الْأَصْلِيَّةِ .



وَفِى الْوَقْتِ الْحالِى ، تَسْتَمِرُّ قُوَى التَّآكُلِ فِى نَحْتِ الْحَافَّاتِ اللَّيِّنَةِ مِنْ جبَالِ الْأَبْلَاشِ ، فَتُهذِّبُ الهَضْبَةَ ، وتُوسِّعُ الْوَادِىَ .

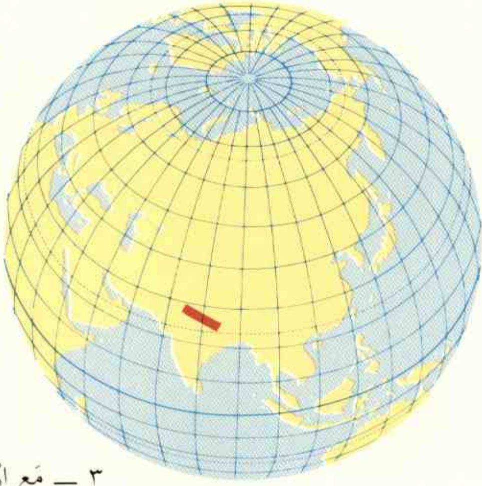


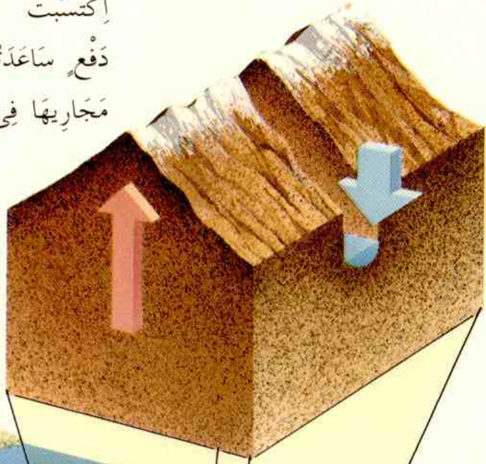
لِمَاذَا تَخْتَرِقُ الْأَنْهَارُ جِبَالَ الْهِيمَالَايَا ؟

اِنتهتْ رِحْلَةُ مُحِيطٍ بِضَجَّةٍ عَنِيفَةٍ عِندَمَا حَدَثَتْ مُنذُ ٤٠ إلى ٦٠ مِلْيُونَ سَنَةٍ ، وهَاجَرَتْ فِيهَا الْهِنْدُ عَبْرَ الْبَحْرِ مِن الْقُطْبِ الجَنُوبِىِّ لِتَصْدِمَ السَّاحِلَ الجَنُوبِىَّ لِأُورَاسْيَا . ورَغْمَ أَنَّ التَّصَادُمَ اسْتَغْرَقَ مَلَايِينَ السِّنِينَ ، إِلَّا إِنَّهُ حدثَ بِقُوَّةٍ هَائِلَةٍ أَدَّتْ إِلَى ارْتِفَاعِ سِلْسِلَةِ جِبَالٍ هِىَ الهيمالَايا التى لها ٣٠ قِمَّةً تَعْلُو على ٢٤٠٠٠ قَدَمٍ .

وَمِنْ هَذِهِ الْقِمَمِ أَعْلَى قِمَّةٍ فِى العَالَمِ وهِىَ قِمَّةُ إيفرست على ارْتِفَاعِ ٢٩٠٢٨ قَدَمًا .

وعَادَةً ، فَإِنَّ الجِبَالَ الضَّخْمَةَ كالهيمالَايا تُجْبِرُ الْأَنْهَارَ على السَّرَيَانِ مُوَازِيَةً لَهَا ولَيْسَ عَمُودِيًّا عَلَيْهَا . ولَكِنَّ مُعْظَمَ أَنْهَارِ هَذِهِ المِنْطَقَةِ اِكْتَمَلَ تَأْسِيسُهَا قَبْلَ ارْتِفَاعِ الجِبَالِ ، مِثْلَ أَنْهَارِ بْرَاهْمَا بِتْرا وَالسِّنْد وسُوتْلِيج . وكَانَ ارْتِفَاعُ الْجِبَالِ بَطِيئًا ، فَاسْتَمَرَّتِ الْأَنْهَارُ فِى حَفْرِ مَجْرَاهَا أَثْنَاءَ تَزَايُدِ الِارْتِفَاعِ . وقَد اكْتَسَبَتْ بَعْضُ الْأَنْهَارِ كَمِّيَّةَ حَرَكَةٍ أَكْبَر مَع ارْتِفَاعِ الْجِبَالِ . وهَكَذَا تَمَّ ارْتِفَاعُ الجِبَالِ وتَعْمِيقُ وِدْيَانِ الْأَنْهَارِ جَنْبًا لجنْبٍ . وَبَدَتْ جِبَالُ الهيمالايا كَأَنَّ لَهَا نِظَامًا مُتَطَوِّرًا كَامِلًا مِن الْأَنْهَارِ ذَاتِ المجَارِى العَمِيقَةِ الَّتِى تَخْتَرِقُ الجِبَالَ .





٣ ـــ مَع ارْتِفَاعِ الجِبَالِ اِكْتَسَبَت الْأَنْهَارُ قُوَّةَ دَفْعٍ سَاعَدَتْهَا فِى تَعْمِيقِ مَجَارِيهَا فِى الجِبَالِ .

تَصَادُمُ الْقَارَّاتِ

دَفْعٌ لِأَعْلَى

تَعْرِيَةٌ

الهِيمَالَايَا فِي الْوَقْتِ الْحَالِى

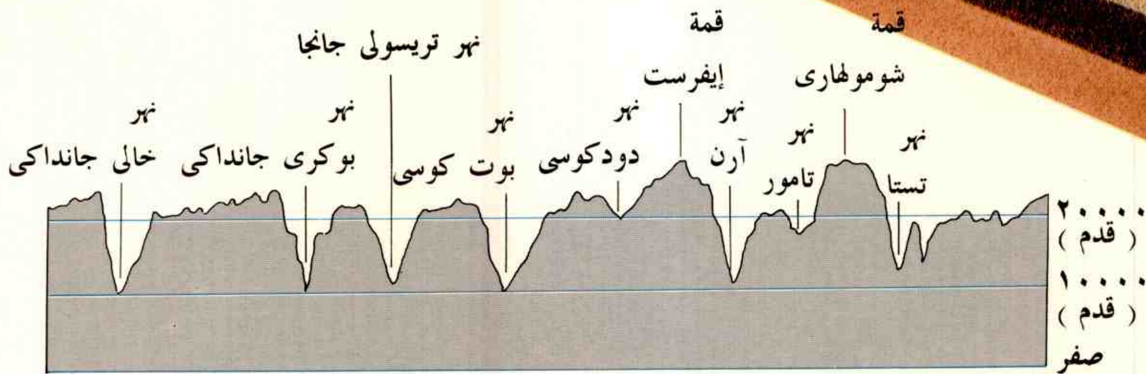
تتكَوَّنُ الهِيمَالَايَا مِنْ عِدَّةِ سَلاسِلَ جَبَلِيَّةٍ . وتُعانِقُ سِلْسِلَتَانِ مُتَوازِيَتَانِ تَقْرِيبًا ، وَادِيًا طُولُه ١٥٠٠ مِيلٍ يَجْرِى فِيهِ نَهْرُ السِّنْدِ مِن الشَّرْقِ إِلَى الْغَرْبِ ، ونَهْرُ بْراهْمَابترا مِن الْغَرْبِ إِلَى الشَّرْقِ . ويَزْدادُ ارْتِفاعُ الهِيمَالَايا بِمِقْدَارِ بُوصَةٍ وَاحِدَةٍ كُلَّ خَمْسِ سَنَوَاتٍ .



١ — عِنْدَمَا اصْطَدَمَت الْهِنْدُ وَآسْيَا ، تَخَلَّلَت الْأَنْهَارُ مِنْطَقَةَ التَّصَادُمِ .

٢ — والجِبَالُ تَرْتَفِعُ (السهم الأحمر) ، احْتَفَظَت الْأَنْهَارُ بِمَوْقِعِهَا وهِىَ تَحْفِرُ الوِدْيانَ (سهم أزرق) دَاخِلَهَا .

تَقْطَعُ الهِيمَالَايا مَجارِىَ أَنْهارٍ كَثِيرَةٍ . وتَتراوَحُ المَجارِى عَرَضًا من ٦ إلى ٣٠ مِيلًا ، وعُمْقًا من ٥٠٠٠ إلى ١٦٠٠٠ قَدَمٍ .



6 المُنَاخُ أَحَدُ قُوَى التَّغْيِيرِ

تُحرِّكُ الطَّاقَةُ الشَّمْسِيَّةُ تيارَاتِ الرِّيَاحِ وَالمُحِيطِ فتجتَازُ الْأَرْضَ ذَهَابًا وَإِيَابًا ، لِتُشكِّلَ بِيئَتَهَا . فَفِى المَناطِقِ الِاسْتِوَائِيَّةِ تُحْدِثُ المطَرَ الْغَزِيرَ والدِّفْءَ طُولَ الْعَامِ ، وفِى الْقُطْبَيْنِ تُحدِثُ شِتَاءً دَائِمًا . وفِى الْأَرَاضِى الوَاقِعَةِ بَيْنَ هَاتَيْنِ المِنْطَقَتَينِ ، تُحْدِثُ التَّيَّارَاتُ أَنْوَاعَ المناخِ المتنوِّعَةِ مِن الصَّحْرَاءِ والغَابَاتِ إِلَى المَرَاعِى والتَّنْدَرَا .

وَالْمُكَوِّنَاتِ التَّوْأَمُ لِأَىِّ مُنَاخٍ هُمَا درَجَةُ الحَرارَةِ والْأَمْطَارُ ، وَهُمَا المُحدِّدَانِ لِلنَّبَاتِ الطَّبِيعِىِّ وطُبُوغْرافِيَّةِ أَيَّةِ مِنطَقَةٍ . فمثَلًا ، فِى المَنَاطِقِ الجَبلِيَّةِ الوَفِيرَةِ المِيَاهِ ، يُسَبِّبُ المَاءُ المُنْهَمِرُ انْهِيَارَ الصُّخُورِ . وعَلَى مَدَارِ زَمَنٍ أَطْوَلَ ، قَدْ تُسَبِّبُ المِيَاهُ المتجمِّدَةُ والمُنْصَهِرَةُ شَقَّ الجَلَامِيدِ القَوِيَّةِ . وتَعْمَلُ الْأَمْطَارُ عَلى طَحْنِ أَجْزَاءِ الصُّخُورِ لِتُكَوِّنَ التُّرْبَةَ . وفِى المَناطِقِ الَّتِى تَنْقُصُهَا المِيَاهُ ، فَإِنَّ دَرجَاتِ الحرَارَةِ المتقلِّبَةِ والرِّيَاحَ المسْتَمِرَّةَ تقُومُ مَعًا بتَشْكِيلِ صَفْحَةِ الْيَابِسَةِ . والصُّخُورُ الصَّحْرَاوِيَّةُ اللَّيِّنَةُ تتحوَّلُ إِلَى رِمَالٍ تَذْرُوها الرِّيَاحُ ، بِسَبَبِ تَحْمِيصِهَا نهَارًا وتَجْمِيدِهَا لَيْلًا فتَتَجعَّدُ . وتَسْتَسْلِمُ الصُّخُورُ المُقَاوِمَةُ بِبُطْءٍ لِلرِّيَاحِ الصَّحْرَاوِيَّةِ ، وتَأْخُذُ أَشْكَالًا رَائِعَةً . حَتَّى الرِّمَالُ نَفْسُهَا فَإِنَّ الرِّيَاحَ تُشَكِّلُهَا إِلَى حُقُولٍ مُتَمَاوِجَةٍ مِن الكُثْبَانِ الرَّمْلِيَّةِ .

والمناخُ نَفْسُهُ ــ كَوَسِيطٍ لِهَذِهِ التَّغْيُّرَاتِ البِيئِيَّةِ ــ يتَغَيَّرُ عَلى الْأَرْضِ عَنْهُ فَوْقَ سَطْحِ البحْرِ . والْجِبَالُ تَجعَلُ الرِّيَاحَ تُفرِغُ رُطُوبَتَهَا ، فتُنْتِجُ أَمْطَارًا مَحلِّيَّةً . وفِى الْبَحْرِ ، تَحْصُلُ تيَّارَاتُ المُحِيطِ الدَّافِئَةُ عَلى بَعْضِ البُرودَةِ من المَنَاخِ الشَّمَالِىِّ ، بَينَمَا التَّيَارَاتُ البَارِدَةُ تُصرِّفُ بَعْضَ بُرُودَتِهَا إِلَى الْأَرَاضِى السَّاخِنَةِ . ومِنْ خِلَالِ هَذَا الْأَخْذِ وَالْعَطَاءِ ، فَإِنَّ الْأَرْضَ وَالمنَاخَ يُنْشِئُ كُلٌّ مِنْهُمَا الْآخَرَ .

شَكَّلَت الرِّيَاحُ هَذِهِ الكُثْبَانَ الرَّمْلِيَّةَ فِى الصَّحْرَاءِ الْكُبْرَى بِمصْرَ ، وهَذَا مِثَالٌ عَلَى قُدْرَةِ المنَاخِ عَلَى تَحْوِيلِ وَجْهِ الْأَرْضِ .

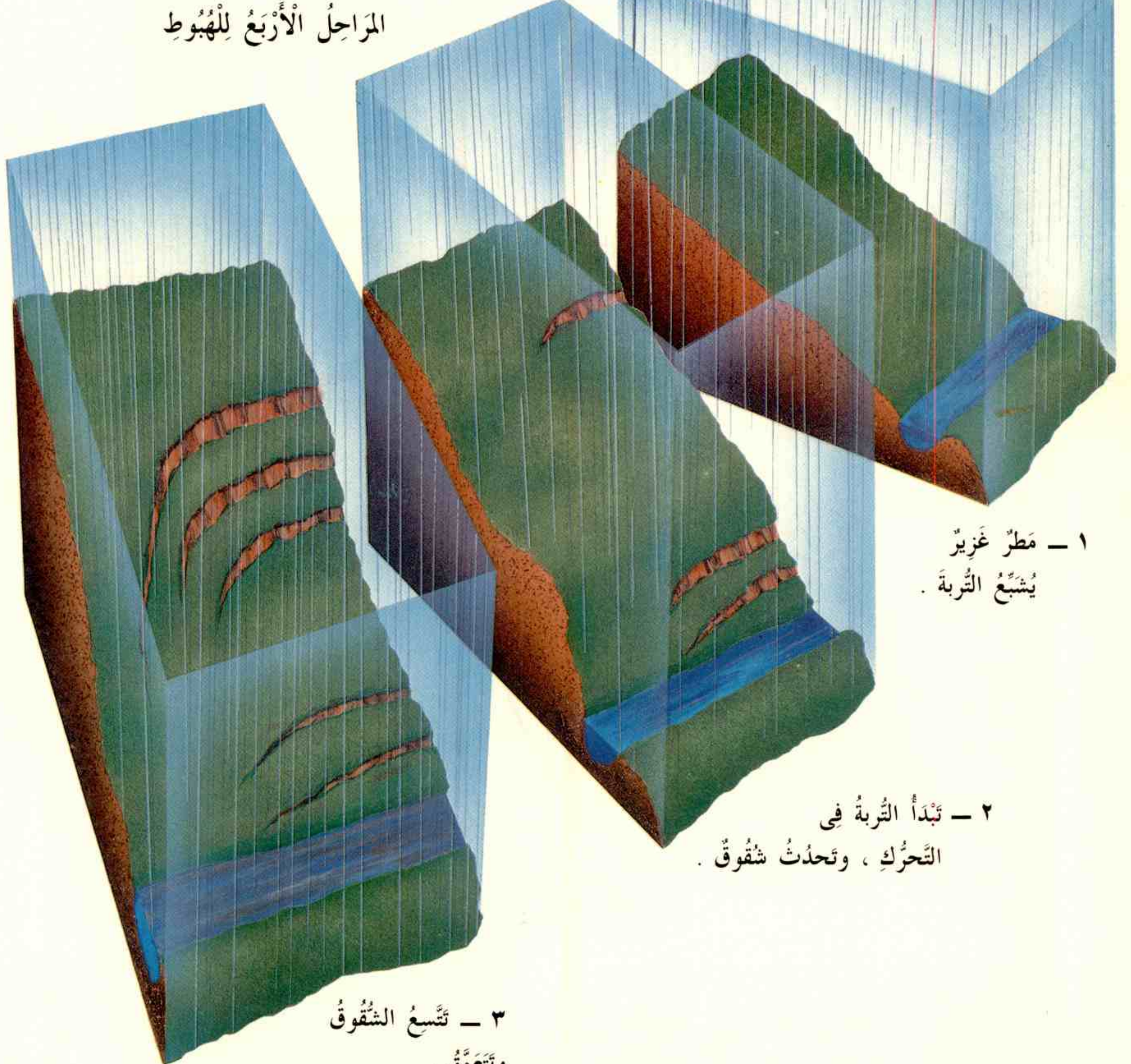


مَاذَا يُسَبِّبُ الانْزِلَاقَاتِ الأَرْضِيَّةَ ؟

عِنْدَمَا تُشَبِّعُ الْأَمْطَارُ الْغَزِيرَةُ طَبَقَاتِ التُّرْبَةِ وَالرَّوَاسِبَ عَلَى جَانِبِ جَبَلٍ شَدِيدِ الانْحِدَارِ ، فَإِنَّ الْمَاءَ يُصْبِحُ عَامِلَ انْزِلَاقٍ ، فَتَنْزَلِقُ حُبَيْبَاتُ الْأَرْضِ عَلَى بَعْضِهَا الْبَعْض ، وَتَسْقُطُ إِلَى أَسْفَلِ الْمُنْحَدَرِ . وَهَذِهِ الانْزِلَاقَاتُ تَتَفَاوَتُ فِي حَجْمِهَا مِنْ كُتَلٍ صَخْرِيَّةٍ صَغِيرَةٍ قَدْ تَسُدُّ طَرِيقًا ، إِلَى أُخْرَى قَدْ تَغْمُرُ مُدُنًا بِأَكْمَلِهَا .

وَلَاتَحْدُثُ الانْزِلَاقَاتُ الْأَرْضِيَّةُ دَائِمًا بِسَبَبِ الْمِيَاهِ . فَإِنَّ تَغَيُّرًا بَسِيطًا فِي زَاوِيَةِ مَيْلِ تَلٍّ ـ بِسَبَبِ هِزَّةٍ أَرْضِيَّةٍ أَوْ بِفِعْلِ الْإِنْسَانِ ـ قَدْ تُكْسِبُ الْمَوَادَّ السَّطْحِيَّةَ سُرْعَةً تُحَرِّكُهَا إِلَى أَسْفَلِ الْمُنْحَدَرِ . وَمِثْلُ هَذَا النَّوْعِ مِنَ الانْزِلَاقَاتِ يَحْدُثُ فِي الْأَرَاضِي الَّتِي يَتَرَاوَحُ مَيْلُهَا بين ٢٥° حتى ٤٠° .

وَيُصَنِّفُ الْعُلَمَاءُ هَذِهِ الانْزِلَاقَاتِ حَسْبَ نَوْعِ حَرَكَتِهَا . وَأَكْثَرُ الْأَنْوَاعِ انْتِشَارًا هِيَ الزَّاحِفَةُ ، وَهِيَ كُتَلُ الصُّخُورِ وَالتُّرْبَةِ الَّتِي تَتَحَرَّكُ بِتَأْثِيرِ الْجَاذِبِيَّةِ الْأَرْضِيَّةِ بِبُطْءٍ شَدِيدٍ إِلَى أَسْفَلِ الْمُنْحَدَرِ . أَمَّا السُّقُوطُ الْحُرُّ لِوَابِلٍ مِنَ الصُّخُورِ وَالْمُفَتَّتَاتِ فَيُسَمَّى انْهِيَارًا . أَمَّا الانْحِدَارُ بِرِفْقٍ لِلَوْحٍ كَبِيرٍ مِنَ الْأَرْضِ الصُّلْبَةِ أَوِ الصُّخُورِ يَتَزَحْلَقُ إِلَى أَسْفَلِ الْمُنْحَدَرِ فَيُسَمَّى انْزِلَاقًا . وَإِذَا تَرَكَتْ هَذِهِ الانْزِلَاقَاتُ تَجْوِيفًا مَكَانَهَا فَيُسَمَّى هُبُوطًا . وَعِنْدَمَا يَغْزُو الْمَاءُ التُّرْبَةَ أَوِ الرَّوَاسِبَ ، فَإِنَّ تَيَّارَ الرَّوَاسِبِ وَالصُّخُورِ إِلَى أَسْفَلِ الْمُنْحَدَرِ ، وَالَّذِي يُشْبِهُ النَّهْرَ ، يُسَمَّى تَدَفُّقًا صَخْرِيًّا .



المَرَاحِلُ الْأَرْبَعُ لِلْهُبُوطِ

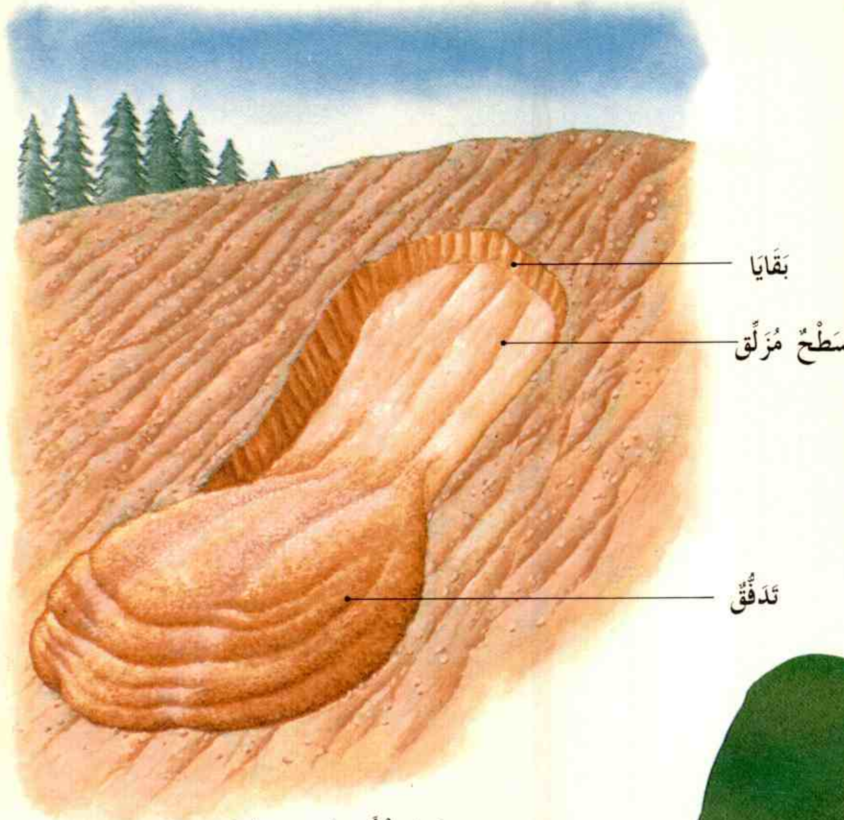
١ ـ مَطَرٌ غَزِيرٌ يُشَبِّعُ التُّرْبَةَ .

٢ ـ تَبْدَأُ التُّرْبَةُ فِي التَّحَرُّكِ ، وَتَحْدُثُ شُقُوقٌ .

٣ ـ تَتَّسِعُ الشُّقُوقُ وَتَتَعَمَّقُ .



بُيُوتٌ ومَبَانٍ كَثِيرَةٌ مَدْفُونَةٌ تَحْتَ أَطْنَانٍ مِن التُّرْبَةِ الرَّمْلِيَّةِ مِنْ كُتْلَةٍ مُنْزَلِقَةٍ قَعْقَعَتْ هَابِطَةً عَلَى جَبَلِ چيزُوكى فِى اليابان عام ١٩٨٥ .



عِنْدَمَا تَتَحرَّكُ الْأَشْيَاءُ نَحْوَ أسْفَلِ الْمُنْحَدَرِ

الِانْزِلَاقَاتُ الْأَرْضِيَّةُ المَعْرُوفَةُ بالْهُبُوطِ (يمين) . تُلَيِّنُ الأَمْطَارُ كُتَلًا مِن التُّربَةِ والصُّخُور (خطوة ١ ــ ٣) فَتنْزَلِقُ إلَى أَسْفَلِ المُنْحَدَرِ ، وتحْدُثُ قَسَمَاتٌ جُغْرَافِيَّةٌ جَدِيدَةٌ تتَفَاوَتُ مِن مُقَدَّمٍ ومَصَاطِبَ مُنْبَسِطَةٍ إلَى سُطُوحٍ مُزَلِّقَةٍ مُنحدِرَةٍ وبقَايَا مُجَوَّفَة (خُطوة ٤) .

أَعَلَى يُوضِّحُ تَدَفُّقًا نتَجَ عَنْ جَرْفِ المَاءِ الزاحِفِ إلَى أَسْفَلِ المُنْحَدَرِ لِلرَّواسِبِ السَّطْحِيَّةِ عَلَيْهِ . ويحْدُثُ أَيْضًا عِنْدَمَا تدْفأُ الطَّبَقَةُ السَّطْحِيَّةُ لِلتُّربَةِ وتَنْفَصِلُ عَن الطَّبقاتِ المتَجمِّدَةِ تحتَها فتُكَوِّنُ لِسانًا بَطِيءَ الحرَكَةِ مِن الحُطامِ الطِّينِى .

بِقَايَا مُجوَّفَة
سَطْحٌ مُنْزَلِقٌ
شِقٌّ
مِصْطَبَةٌ
السَّطْحُ الْأَصْلِى
مُقَدَّمُ الكُتلَةِ الْهابِطَةِ

٤ ــ يَحْدُثُ الِانْزِلَاقُ الْأَرْضى

هَلْ يُمْكِنُ لِلرِّيَاحِ أَنْ تُنْشِئَ صحْرَاءَ؟

الصَّحْرَاءُ الكُبْرى فِى أفرِيقيَا ، والرُّبعُ الخالِى فِى المَمْلكةِ العَرَبيَّةِ السَّعُودِيَّةِ وصَحْراءُ فِكتُورْيَا فِى استُرالْيَا هِى أكبَرُ الصَّحارَى فِى العَالَمِ ، وتَقعُ كُلُّهَا فِى شَرِيطٍ ضَيِّقٍ يَنْحصِرُ بَيْنَ خطَّى عَرْض ١٥° ، ٣٠° فِى النِّصْفَينِ الشَّمالِّى والجنُوبِّى لِلكُرَةِ الأَرْضِيَّةِ . وهاتَانِ المِنْطَقَتَانِ هُما مَقرُّ الرِّيَاحِ التِّجَارِيَّةِ ذَاتِ التَّيارَاتِ السَّاخِنَةِ الجَافَّةِ الَّتِى تطوفُ حَوْلَ الأَرْضِ مَدْفُوعَةً بِفُرُوقِ دَرجاتِ الحَرارَةِ بَيْنَ خطِّ الاِسْتِوَاءِ وَدَوائِرِ العَرْضِ العُلْيَا .

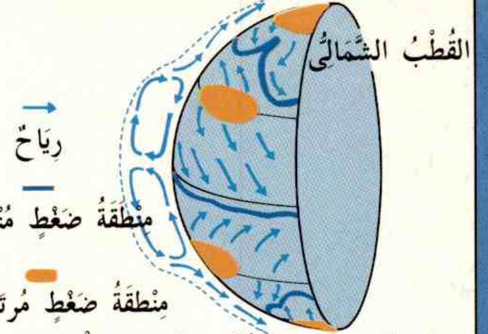
■ صخر + رياح = رمل

وكُتَلُ الهَواءِ فَوْقَ المَناطِقِ الاِسْتِوَائِيَّةِ السَّاخِنَةِ الرَّطْبَةِ تَمْتَصُّ الرُّطُوبَةَ وتَسْخُنُ فَترتَفِعُ . ويَبْرُدُ الهَواءُ أَثْنَاءَ اِرْتِفاعِهِ ويُطْلِقُ رُطُوبَتَهُ كَأَمْطَارٍ (مقابل — علوى) ثُمَّ يُهَاجِرُ التَّيَّارُ الجَافُّ نَحْوَ القُطْبَيْنِ ، فَيَبْرُدُ ، وَيَزْدَادُ وَزْنُهُ تَدْرِيجِيًّا حَتَّى يَهْبِطَ فَوْقَ دَوَائِرِ العَرْضِ شِبْهِ الاِسْتِوَائِيَّةِ . ويَسْخُنُ ثَانِيَةً أَثْنَاءَ هُبُوطِهِ ، ويُسَمَّى بالرِّيَاحِ التِّجَارِيَّةِ ، وَيَعُودُ ثَانِيَةً نَحْوَ خطِّ الاِسْتِوَاءِ فَتَهُبُّ عَلَى القَارَّاتِ كَرِيَاحٍ سَاخِنَةٍ جَافَّةٍ . وهَذِهِ الرِّيَاحُ السَّاخِنَةُ حَوَّلَتْ تَدْرِيجِيًّا بَعْضَ المَناطِقِ شِبْهِ المَدارِيَّةِ إِلَى صَحَارَى .

٢ — وَفِى اللَّيْلِ ، تَهْبِطُ دَرَجَةُ الحَرَارَةِ إِلَى ١٠٠° ف ، فَتَبْرُدُ الصُّخُورُ وتَنكَمِشُ . وبِتَكْرَارِ هَذِهِ العَمَلِيَةِ ، تَضْعُفُ الصُّخُورُ . وبِتَصادُمِهَا مَعَ الرِّيَاحِ وَمَا تَحمِلُهُ مِنْ رِمَالٍ ، تَتَكَسَّرُ الصَّخْرَةُ بَعْدَ فَتْرَةٍ مِن الزَّمَنِ .

١ — طِبْقًا لإِحْدَى النَّظَرِيَّاتِ فَإِنَّ الرِّمَالَ تَنْتُجُ بِعَمَلِيَّةٍ تُسَمَّى التَّجْوِيَةَ المِيكانِيكِيَّةَ . وتَبْدَأُ عِندَمَا يُسَخِّنُ قَيْظُ النَّهارِ الصُّخُورَ إِلَى دَرَجَةٍ تَزِيدُ عَلَى ١٧٥° ف ، فَتَتَمَدَّدُ .

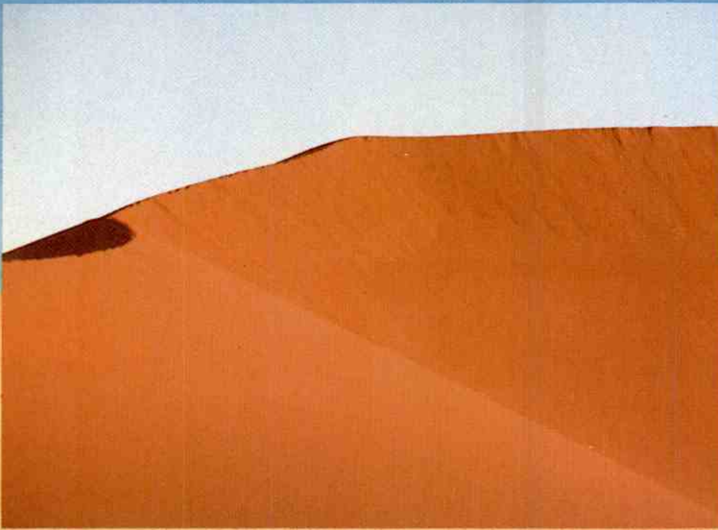
كَيْفَ تُكَوِّنُ الرِّيَاحُ الصَّحَارَى ؟



تَسْخِينُ الشَّمْسِ غَيْرُ الْمُنْتَظِمِ لِلْهَوَاءِ الجَوِّىِّ ، يُسَبِّبُ الرِّيَاحَ الَّتِى تُنْشِئُ مَنَاطِقَ ضَغْطٍ مُرْتَفِعٍ ومُنْخَفِضٍ .



يَرْتَفِعُ الهَوَاءُ السَّاخِنُ فَوْقَ المَنَاطِقِ المَدَارِيَّةِ ، فَيَبْرُدُ ويُحَرِّرُ رُطُوبَتَهُ . ويَتَّجِهُ نَحْوَ الْقُطْبَيْنِ ، فَيَهْبِطُ وقَدْ أَصْبَحَ بَارِدًا جَافًّا ، فَيُكَوِّنُ مِنْطَقَةَ ضَغْطٍ مُرتَفِعٍ شِبْهِ مَدَارِيَّةٍ . ومِنْهَا تَهُبُّ الرِّيَاحُ الْمُكَوِّنَةُ لِلصَّحَارَى .



الْكُثْبَانُ الرَّمْلِيَّةُ فِى الصَّحْرَاءِ الكُبْرَى (فوق) قَدْ تَكُونُ بَقَايَا صُخُورٍ تَفَتَّتَتْ مُنْذُ عُصُورٍ بَعِيدَةٍ بِالحَرَارَةِ والرِّيَاحِ .

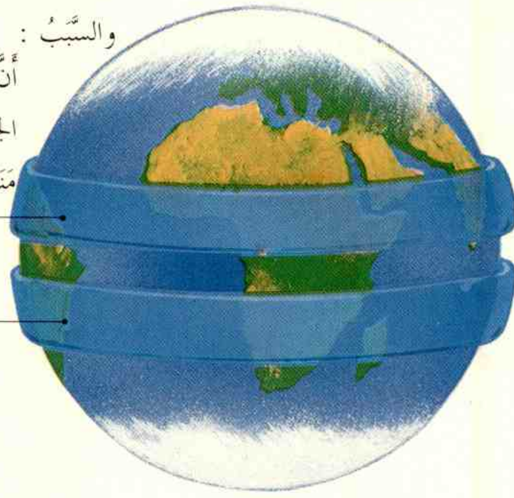
٣ — وعَلَى مَدَى الدَّهْرِ ، نَظَّفَت الرِّيَاحُ هَذِهِ الصُّخُورَ المتَحَلِّلَةَ حَامِلَةً مَعَها ذَرَّاتِ الرِّمَالِ الدَّقِيقَةِ ، الَّتِى أَخَذَتْ تَتَجَمَّعُ بِبُطْءٍ لِتُكَوِّنَ هَذِهِ الكُثْبَانَ الْوَاسِعَةَ .



لِماذا تتمدد

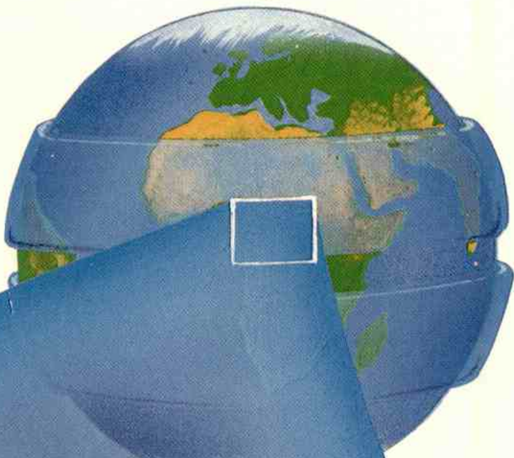
ما أثَرُ الجَلِيد علَيْها ؟ عِنْدَما انْتشَرَ الْغِطَاءُ الجليدِىُّ لِلْقُطْبَيْنِ أثْنَاءَ العَصْرِ الجَلِيدِىِّ ، تقَلَّصَت الصَّحَارَى .

والسَّبَبُ : أنَّ التَّغَيُّر فِى أنْماطِ التَّسْخِينِ الجوِّىِّ على الْأرْضِ ، قَدْ ضَيَّقَ مَناطِقَ الرِّياحِ التِّجارِيَّةِ .

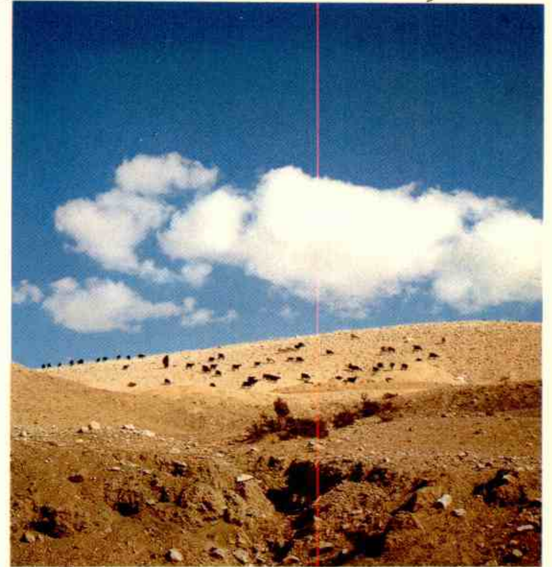




فِى فَتْرَةٍ ما بَيْنَ العُصُورِ الجليدِيَّةِ ، تتراجَعُ الْقَلَنْسُوتَانِ الجلِيدِيَّتَانِ . ولِذَلِكَ تَهُبُّ الرِّيَاحُ التِّجارِيَّةُ المُكَوِّنَةُ للصَّحَارَى مِنْ خُطُوطِ عَرْضٍ أعْلَى . وتَتحوَّلُ المَناطِقُ القارِّيَّةُ بَيْنَ مَناطِقِ الرِّياحِ التِّجارِيَّة المتمدِّدةِ إلَى صَحَارَى .



عَادَاتُ الْإِنْسَانِ المسبِّبَةُ للصَّحارَى



رَعْىُ المَاشِيَةِ علَى تِلَالٍ جَرْدَاءَ . بِمُجرَّدِ ظُهُورِ العُشْبِ علَى الْأرْضِ ، فَسرْعَانَ مَا يَتحوَّلُ إلَى صَحْرَاءَ بِسَبَبِ الرَّعْيِ الجَائِرِ والجفَافِ مَعًا .

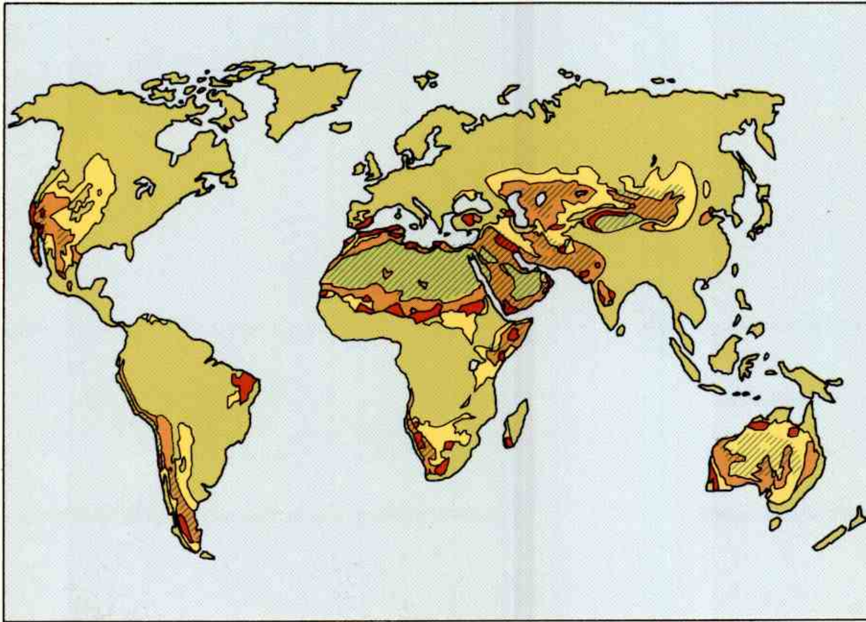


مُزَارِعُ يُمَارِسُ حَرْقَ المَزْرُوعَاتِ ، وهُوَ وَاحِدٌ مِنْ أسْبَابِ التَّصَحُّرِ .

الصَّحَارَى وتَنْكَمِشُ ؟

اِكْتشَفَ العُلَماءُ حفْريَّاتٍ تَدُلُّ عَلى أَنَّ كَثِيرًا مِن صَحارَى الْعَالَمِ كَانَتْ مِنْ قَبْلُ حَدائِقَ غنَّاءَ . ورُبَّما يَكُونُ هَذا التَّحوُّلُ قَدْ حَدَثَ فِي نِهَايَةِ العَصْرِ الجليدِيِّ الأَخِيرِ ، مُنْذُ حَوالَى ١٠٠٠٠ سَنَةٍ ، حِينَ بدأَتْ القَلَنْسُوتَانِ الْجَليدِيَّتَانِ فِي الانْصِهارِ . وقَدْ سَبَّبَ ذَلِكَ انْتِقَالَ مَنَاطِقِ الضَّغْطِ المرْتَفِعِ ــ وَهِيَ مَقَرُّ الرِّياحِ التِّجَارِيَّةِ ــ إِلَى دوائِرِ الْعَرْضِ الْعُلْيَا ، فتعرَّضَتْ مِسَاحاتٌ كَبِيرَةٌ مِن المنَاطِقِ شِبْهِ الاسْتِوَائِيَّةِ إِلَى هَذِهِ الرِّيَاحِ المكَوِّنَةِ لِلصَّحَارَى . وتَوقَّفَ المَطَرُ ، وتَحوَّلَت الأَرْضُ الخِصْبَةُ إِلَى صَحْرَاءَ .

وبِفِعْلِ الإِنْسَانِ اليَوْمَ ، اِزْدَادَ التَّصَحُّرُ ، وهُوَ تَقَدُّمُ الصَّحْرَاءِ نَحْوَ الأَرَاضِي غَيْرِ الصَّحْرَاوِيَّةِ . وقَدْ أَدَّى الانْفِجَارُ السُّكَّانِي فِي المَنَاطِقِ الحَدِّيَّةِ الصَّحْرَاوِيَّةِ إِلَى الرَّعْيِ الجَائِرِ لِلْمَاشِيَةِ ، وحَرْقِ الْغَابَاتِ لِتَحْوِيلِهَا إِلَى حُقُولٍ ، وَالزِّرَاعَةِ المتَنَقِّلَةِ . وتَلِفَت التُّربَةُ لاِسْتِنْزَافِ نَبَاتَاتِهَا وعَنَاصِرِهَا الغِذَائِيَّةِ . ومِمَّا زَادَ الأَمْرَ سُوءًا الإِهْمَالُ فِي طُرُقِ الرَّيِّ والزِّرَاعَةِ الَّتِي أَنْضَبَت المخْزُونَ الضَّحْلَ مِن المِيَاهِ الجوْفِيَّةِ ومَلأَت القِشْرَةَ الأَرْضِيَّةَ بِأَمْلاحٍ قَاتِلَةٍ لِلنَّبَاتَاتِ . وهَذِهِ العَمَلِيَّاتُ بالإِضَافَةِ إِلَى الجَفَافِ ، قَدْ سَاعَدَتْ عَلى سُرْعَةِ تَكَوُّنِ صَحْرَاءَ فِي الأَمَاكِنِ الجافَّةِ مِنْ قَبلُ . وَإِنْهاءُ هَذَا الاتِّجاهِ يتطَلَّبُ تَغَيُّرَاتٍ كَبِيرَةً فى سُلُوكِ البَشَرِ .



زَحْفُ الصَّحَارَى

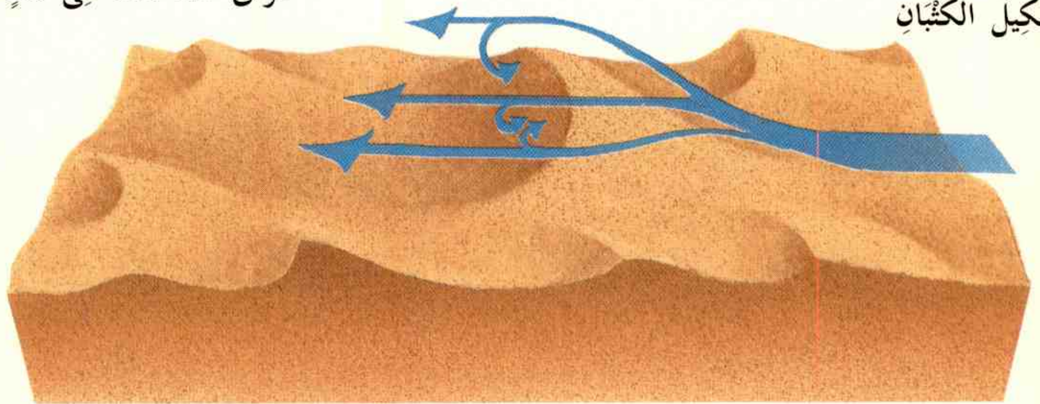
إنَّ حَوالَى ٣٥٪ مِن القَارَّاتِ مُهَدَّدةٌ بالتَّحوُّلِ إِلَى صَحْرَاءَ بِسَبَبِ التَّغَيُّرَاتِ الطَّبِيعيَّةِ المنَاخِيَّةِ وَالأَنْشِطَةِ البَشَرِيَّةِ مِثْلِ الرَّعْيِ الجَائِرِ والزِّرَاعةِ المبَالَغِ فِيهَا وَإِزالَةِ الغَابَاتِ . وأَكْثَرُ المنَاطِقِ المُهَدَّدَةُ هِي ذَاتُ اللَّوْنِ الأَحْمَرِ عَلَى الخَرِيطَةِ ، وهِيَ أَرَاضٍ خِصْبَةٌ عَلَى حُدُودِ الصَّحَارَى الحَالِيَّةِ . ويُفْقَدُ كُلَّ عَامٍ ١٤ مِلْيُونَ فَدَّانٍ مِن الأَرْضِ تَتحوَّلُ إِلَى صَحَارَى .

مَسَارُ الرِّيَاحِ

كَيْفَ تَتَكَوَّنُ الْكُثْبَانُ الرَّمْلِيَّةُ ؟

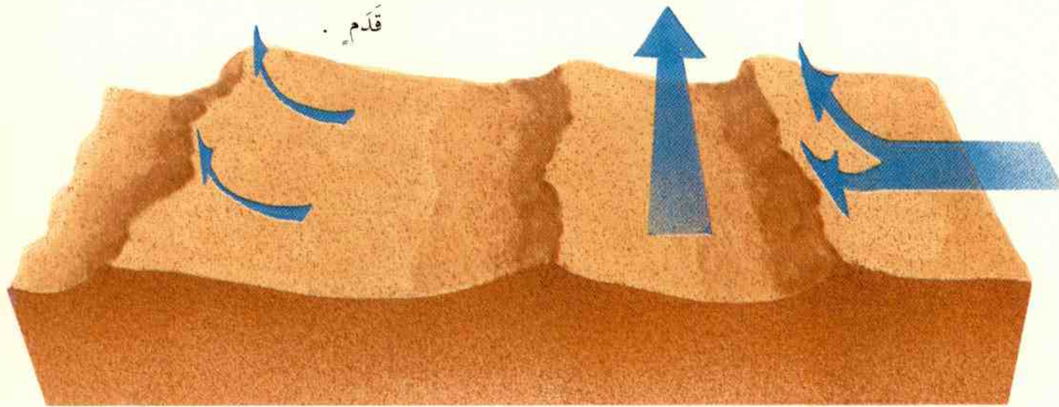
يَتَكَوَّنُ كُلُّ كَثِيبٍ حَوْلَ بَذْرَةٍ قَدْ تَكُونُ مَجْمُوعَةً مِن الحَصَى أَوْ عُشْبٍ ، أَوْ عَائِقٍ بَسِيطٍ فِى سَطْحِ الصَّحْرَاءِ . وَعِنْدَمَا تَهُبُّ الرِّيَاحُ الصَّحْرَاوِيَّةُ فَوْقَ وَحَوْلَ هَذِهِ البَذْرَةِ فَإِنَّهَا تُنْشِئُ عَلَى الْجَانِبِ الآخَرِ مَا يُسَمَّى بِظِلِّ الرِّيَاحِ . وَعَلَى هَذَا الْجَانِبِ تَسْتَقِرُّ حَبَّاتُ الرِّمَالِ وَتَتَجَمَّعُ عَلَى شَكْلِ كَوْمَةٍ . وَظِلُّ الرِّيَاحِ لِهَذِهِ الرَّابِيَةِ الصَّغِيرَةِ يَجْذِبُ مَزِيدًا مِن الرِّمَالِ ، وَيَبْدَأُ الكَثِيبُ يَأْخُذُ شَكْلَهُ . وَيَتَوَقَّفُ نَوْعُ الكَثِيبِ عَلَى سُرْعَةِ الرِّيَاحِ واتِّجَاهِهَا ، وعَلَى وَفْرَةِ الرِّمَالِ ، والْوَضْعِ النِّسْبِىِّ لِلصَّحْرَاءِ . وَمُعْظَمُ الكُثْبَانِ الرَّمْلِيَّةِ يَكُونُ جَانِبُهَا الْمُوَاجِهُ لِلرِّيَاحِ بَسِيطَ الانْحِدَارِ ، وَالجَانِبُ الآخَرُ الَّذِى فِى اتِّجَاهِ الرِّيَاحِ مِثْلَ جُرْفٍ شَدِيدِ الانْحِدَارِ ، وَبَيْنَ الْجَانِبَيْنِ حَافَةٌ حَادَّةٌ مِثْلَ نَصْلِ السِّكِّينِ . وتَدْفَعُ الرِّيَاحُ حَبَّاتِ الرِّمَالِ إِلَى أَعْلَى الْحَافَةِ فِى الْجَانِبِ الْمُوَاجِهِ لِلرِّيَاحِ حَيْثُ تَسْتَقِرُّ ، حَتَّى تُسْقِطَهَا الجَاذِبِيَّةُ الأَرْضِيَّةُ أَسْفَلَ الْجَانِبِ الآخَرِ . وتُهَاجِرُ الكُثْبَانُ عَبْرَ الصَّحْرَاءِ بِهَذِهِ الطَّرِيقَةِ ، وبَعْضُهَا يَتَحَرَّكُ حَوالى ٨٠ قَدَمًا فِى سَنَةٍ .

تَشْكِيلُ الكُثْبَانِ



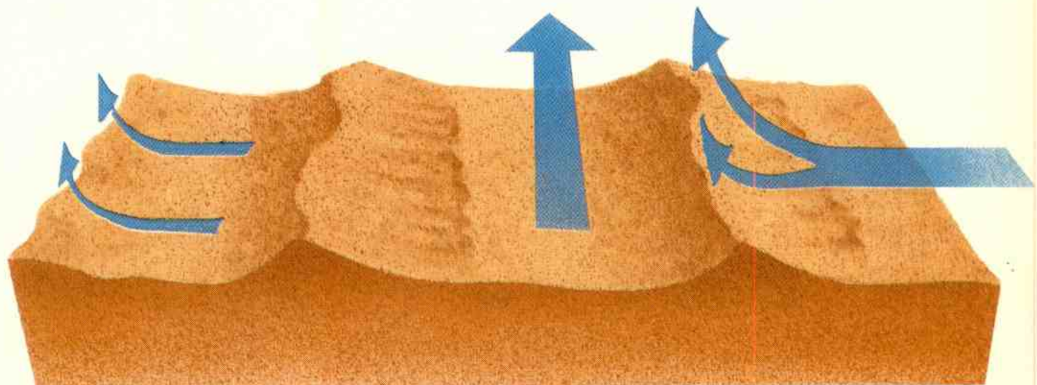
الكُثْبَانُ الهِلالِيَّةُ (البَرْخان)

الرِّيَاحُ المُنْتَظِمَةُ الَّتِى تَهُبُّ عَلَى صَحْرَاءَ مُنْبَسِطَةٍ تُنْتِجُ كُثْبَانَ بَرْخَانٍ هِلالِيَّةَ الشَّكْلِ (يمين) . ويُشِيرُ قَرْنَا كُلِّ هِلالٍ فِى اتِّجَاهِ الرِّيحِ . والرِّيَاحُ المَائِلَةُ قَدْ تَجْعَلُ قَرْنًا أَطْوَلَ مِن الآخَرِ . وَيَبْلُغُ ارْتِفَاعُ أَعْلَى كَثِيبٍ هِلالِىٍّ ١٠٠ قَدَمٍ ، وعَرْضُهُ ١٠٠٠ قَدَمٍ .



الكُثْبَانُ المُبَرْخَنَةُ

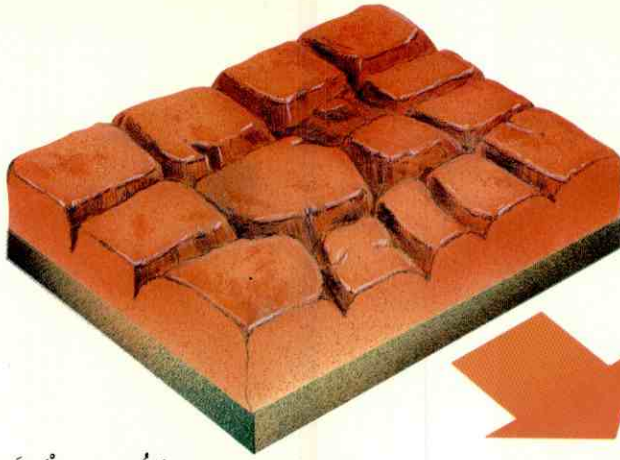
إِذَا هَبَّتْ رِيَاحٌ ثَانَوِيَّةٌ عَمُودِيًّا عَلَى الرِّيَاحِ المُنْتَظِمَةِ ، فَإِنَّهَا أَحْيَانًا تَدْفَعُ قُرُونَ البَرْخَان إِلَى الْخَلْفِ ، وتُكَوِّنُ صُفُوفًا مِن الرِّمَالِ الكَثِيرَةِ الأَقْوَاسِ والْمَعْرُوفَةِ بالكُثْبَانِ المُبَرْخَنَةِ (يسار)

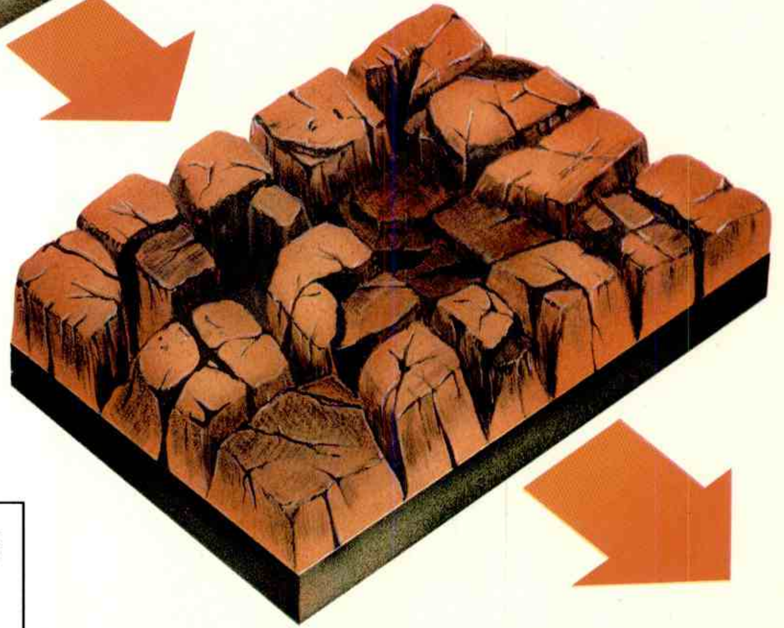


الكُثْبَانُ المُسْتَعْرِضَةُ

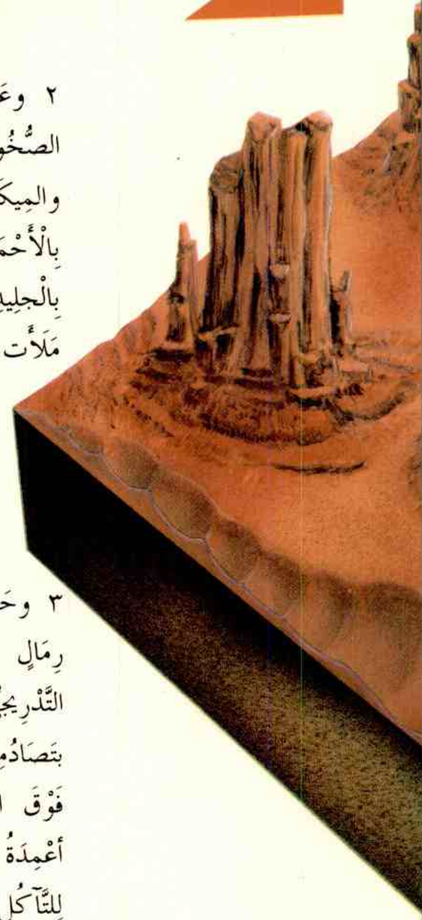
فِى المَنَاطِقِ الَّتِى يَتَوَافَرُ فِيهَا الرِّمَالُ ، فَإِنَّ الرِّيَاحَ الثَّانَوِيَّةَ تُحَوِّلُ الكُثْبَانَ المُبَرْخَنَةَ إِلَى كُثْبَانٍ عَرْضِيَّةٍ (يمين) . والمِسَاحَاتُ الكَبِيرَةُ مِنْ هَذِهِ التَّكْوِينَاتِ المُسْتَقِيمَةِ الحَافَّاتِ تُسَمَّى بِحَارَ الرِّمَالِ .

تَكْوِينُ آثَارٍ





١ مُنْذُ ٦٥ مِلْيُونَ سَنَةٍ ، بَدَأَتِ الْقُوَى الْبَانِيَةِ لِلْجِبَالِ فِى رَفْعِ هَضْبَةِ كُلُورَادُو ، وكَانَتْ سَهْلًا مُسْتَوِيًا مِن الصُّخُورِ الْقَدِيمَةِ مَكَانَ الْوَادِى الْأَثَرِى الْيَوْمَ . وأَثْنَاءَ ارْتِفَاعِ الهَضْبَةِ ، تَعمَّقَت الْأَنْهَارُ الَّتِى كَانَتْ فِيهَا وحَفَرتْ مَجَارِىَ عَمِيقَةً فِى صُخُورِهَا الرُّسُوبِيَّةِ .



٢ وعَلَى مَدَى الْقُرُونِ ، تعرَّضَتْ هَذِهِ الصُّخُورُ المجَعَّدَةُ لِعَوامِلِ التَّجوِيَةِ الكِيمْيَائِيَّةِ والمِيكَانِيكِيَّةِ . فتآكَلَتْ طَبَقَاتُ الْحِجَارَةِ بِالْأَحْمَاضِ فِى مَاءِ الْمَطرِ ، وتَشَقَّقَتْ بِالْجَلِيدِ الْمُتَمَدِّدِ عِنْدَ تَجمُّدِ المِيَاهِ الَّتِى مَلَأَت المَسَامَّ والشُّقُوقَ .

٣ وحَمَلت الرِّيَاحُ مُخلَّفَاتِ التَّآكُلِ مِنْ رِمَالٍ وَتُرَابٍ ، وسَاعَدتْ عَلى التَّآكُلِ التَّدْرِيجِى لِلطَّبَقَاتِ المكْشُوفَةِ مِن الصُّخُورِ بتَصَادُمِهَا المُستَمِرِّ مَعَهَا . وهَكَذَا ارْتَفَعَ فَوْقَ الهَضْبَةِ المتَجوِّيَةِ — هُنَا وهُنَاكَ — أَعْمِدَةُ الحَجرِ الرَّمْلِىِّ الْأَحْمَرِ المُقَاوِمِ لِلتَّآكُلِ . وَبِاسْتِمْرَارِ نَحتِ الرِّيَاحِ ، تحوَّلَت الْأَعْمِدَةُ إِلَى أَبْرَاجٍ مُدبَّبَةٍ ، وهَضَبَاتٍ مُسْتَوِيَةٍ مُنْحدِرَةِ الجَوانِبِ ، وقَوَاعِدَ مِثْلِ جُذُوعِ الأَشْجَارِ ، وَهِىَ الَّتى تُكَوِّنُ آثَارَ الوَادِى الأَثَرِىِّ .



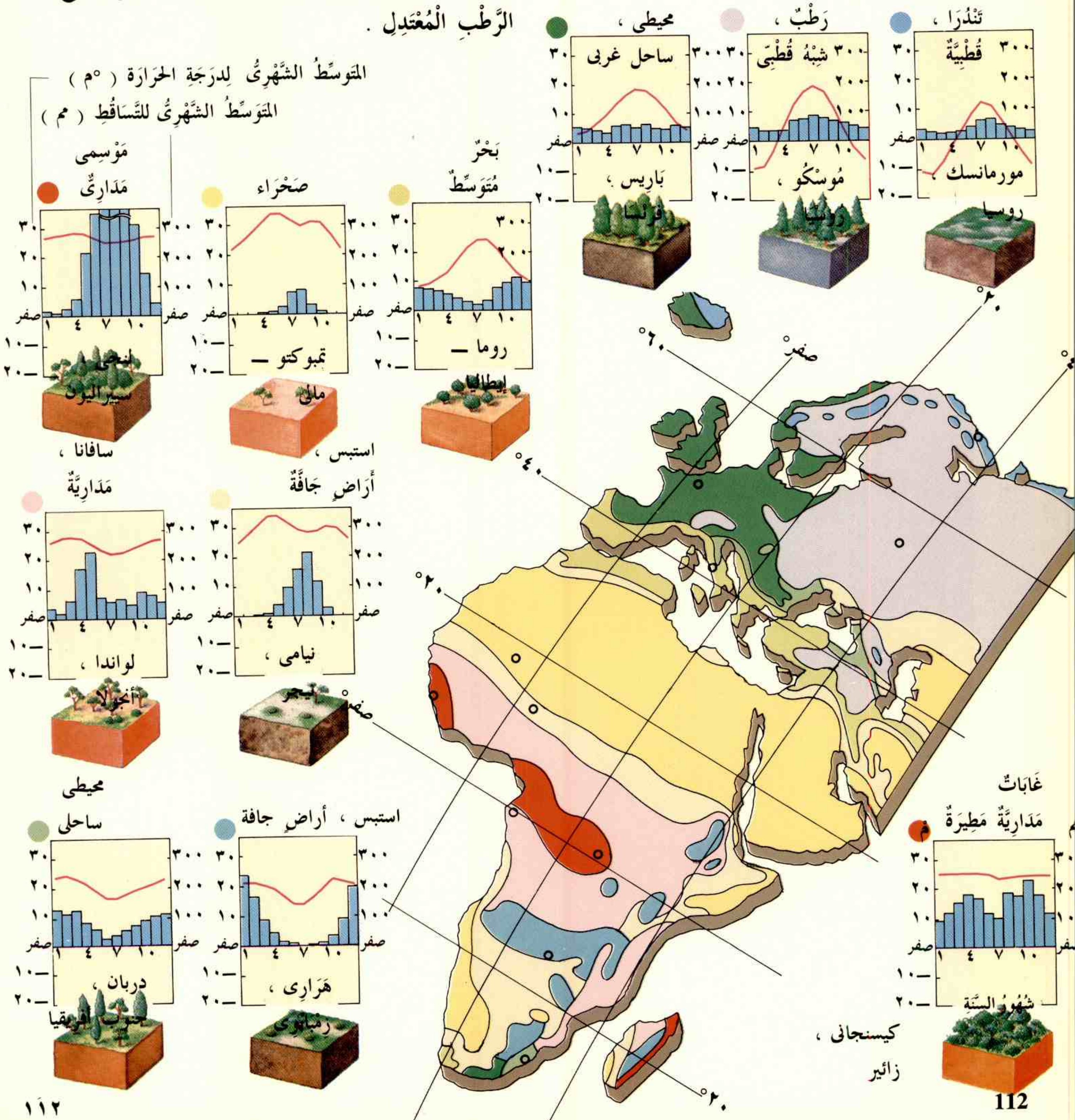
حُبَيْبَاتُ الرِّمَالِ الَّتِى تُوَلِّدُهَا الرِّيَاحُ تَتْبَعُ مَسَارًا مُنْحَنِيًا يَرْفَعُهَا حَتَّى ٣ أَقْدَامٍ فَوْقَ سَطْحِ الْأَرْضِ . وفِعلُ التَّعْرِيَةِ الَّذِى تَقُومُ بِهِ هَذِهِ الحَبَيبَاتُ يَنحِتُ قَاعِدَةَ التَّرْكِيبَاتِ الصَّخْرِيَّةِ ولَكِنْ يَتْرُكُ قِمَمَهَا سَلِيمَةً .

تَتحرَّكُ الرِّيَاحُ المحمَّلَةُ بالرِّمَالِ على الجَوانِبِ أَوَّلًا ، ثُمَّ أَعْلَى وَفَوقَ الكُتَلِ الصَّخْرِيَّةِ ، فتَنْحِتُهَا إِلَى أَشْكَالٍ دِينَامِيكِيةٍ هَوَائِيَةٍ تُعْرَفُ بِاسْمِ الْيَارْدَانْج .

هَلْ هُناكَ عَلاقَةٌ بَيْنَ المُناخِ والنَّباتاتِ وَ التُّرْبَةِ ؟

يَحْكُمُ المُناخُ ــ مَدى جَفافِ أَوْ رُطوبَةِ الطَّقْسِ ، وَسُخونَتِهِ أَوْ بُرودَتِهِ ــ أَنْواعَ وَكَمِّيّاتِ النَّباتاتِ الطَّبيعِيَّةِ فِي أَنْحاءِ الْعالَمِ . وَقَدْ حَدَّدَ الْعُلَماءُ المَناطِقَ المُناخِيَّةَ الرَّئيسِيَّةَ وأَقْسامَها بِدِراسَةٍ اعْتَمَدَ مُعْظَمُها عَلى أَنْماطِ الحَياةِ النَّباتِيَّةِ . ولاتَرْتَبِطُ هَذِهِ المَناطِقُ فَقَطْ بِالنَّباتاتِ الطَّبيعِيَّةِ حَوْلَ العالَمِ ، وَلَكِنَّها تَرْتَبِطُ أَيْضًا بِنَوْعِ التُّرْبَةِ الْمُكَوَّنَةِ مِن الصُّخورِ المُتَجَوِّيَةِ وَالنَّباتاتِ المُتَحَلِّلَةِ .

فَالتُّرْبَةُ المائِلَةُ لِلاحْمِرارِ (اللّاتريت) تُوجَدُ فِي الغاباتِ الْمَدارِيَّةِ الْمَطِيرَةِ ، بَيْنَما التُّرْبَةُ الصَّحْراوِيَّةُ أَو التَّنْدُرا تُوجَدُ عادَةً فِي المَناطِقِ الحارَّةِ أَو البارِدَةِ الجافَّةِ ذاتِ الأَعْشابِ القَصِيرَةِ . والتُّرْبَةُ الغَنِيَّةُ ــ السَّوْداءُ أو البُنِّيَّةُ الحَمْراءُ ــ تُوجَدُ عادَةً فِي المَناطِقِ المُعْتَدِلَةِ نِصْفِ القاحِلَةِ حَيْثُ يَسْقُطُ مَطَرٌ خَفِيفٌ لايَكْتَسِحُ المَوادَّ العُضْوِيَّةَ . والتُّرْبَةُ الصَّلْصالِيَّةُ وتُرْبَةُ الغاباتِ البُنِّيَّةِ تَنْشَأُ فِي المُناخِ الرَّطْبِ الْمُعْتَدِلِ .



مَناطِقُ النَّباتَاتِ الطَّبِيعِيَّةِ

تُنَظِّمُ دَرَجَةُ الحَرارَةِ والتَّساقُطُ أَنْماطَ نُمُوِّ النَّباتِ ، لِذَا فالْحَياةُ النَّباتيةُ مِفْتَاحُ المَناخِ المَحلِّى . والمُقارَنَةُ بيْنَ الخَرائِطِ المُوضَّحَةِ تَكْشِفُ العَلاقَةَ بَيْنَ المَناخِ والنَّباتَاتِ وأَنْواعِ التُّرْبَةِ .

- غابَاتٌ مَدارِيَّةٌ مَطِيرَةٌ
- غابَاتٌ نَفْضِيَّةٌ شِبْهُ مَدارِيَّةٍ
- أَعْشابٌ قَصِيرَةٌ شِبْهُ مَدارِيَّةٍ
- سافانّا مَدارِيَّةٌ
- برارى
- استبس
- صَحْراءُ
- أَعْشابُ ــ شُجَيْراتٌ
- غابَاتٌ عَرِيضَةُ الأَوْرَاقِ مُخْتَلِطَةٌ
- تاييجا غابَاتٌ صَنَوْبَرِيَّةٌ
- تَنْدُرا
- ثَلْجٌ وَجَلِيدٌ
- نباتَاتٌ أَلْبِيَّةٌ

البَحْرِ المُتَوسِّط

شَجَرَةٌ مُقاوِمَةٌ لِلجفَافِ تُزَيِّنُ رُقْعَةً مِنْ مَراعٍ أَفْرِيقيَّةٍ تُسَمَّى سافانّا . وتَقَعُ السَّافَانا بِصْفُ القَاحِلَةِ بَيْنَ الصَّحَارَى وغَابَاتِ الأَمْطارِ .

- تُرْبَةٌ مَائِلَةٌ لِلاحْمِرارِ (لاتريت)
- تُرْبَةٌ بُنِّيَّةٌ باحْمِرارٍ (قَسْطَلِيَّة)
- تُرْبَةٌ صَحْراوِيَّةٌ
- تُرْبَةٌ سَوْدَاءُ
- تُرْبَةُ غَابَاتٍ بُنِّيَّةٌ
- تُرْبَةٌ صَلْصالِيَّةٌ
- تُرْبَةُ تَنْدُرا
- تُرْبَةٌ دَائِمَةُ التَّجَمُّدِ

أَنْواعُ التُّرْبَةِ

المَناطِقُ المَناخِيَّةُ والنباتَاتُ الطَّبِيعيةُ المتنوِّعَةُ فِى أُورُوبَّا وأفريقيَا تُغَطِّى جَمِيعَ أَنْوَاعِ التُّرْبَةِ الرَّئِيسِيَّةِ فى جَمِيعِ أَنْحاءِ العَالَمِ .

هلْ

رِيَاحٌ تَهُبُّ رَطْبَةً وَجَافَّةً

تَهُبُّ رِيَاحُ المُحِيطِ الْهَادِى الرَّطْبَةُ على الْأَرَاضِى حَيْثُ تَصْطَدِمُ بِالسَّوَاحِلِ الجَبَلِيَةِ . فترتَفِعُ ، وتَبْرُدُ ، وتتحوَّلُ رُطُوبتُها إِلَى أَمْطَارٍ . وتَسْتَمِرُّ الرِّيَاحُ الجافَّةُ فِى الِاتِّجَاهِ شَرْقًا ، حَيْثُ تَحْصُلُ عَلَى الرُّطُوبَةِ مِن الحَوْضِ الكَبِيرِ . وعِنْدَ جِبَالِ رُوكِى تُفْرِغُ مِيَاهَهَا ثَانِيَةً .

جِبَالُ رُوكى

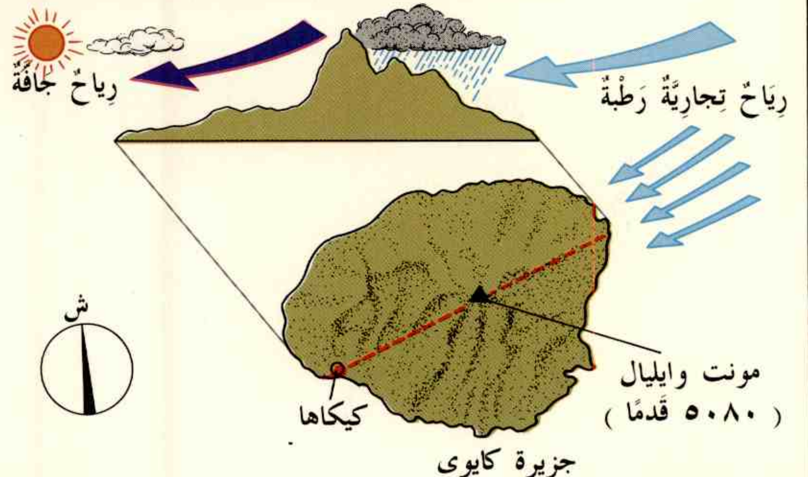
سُهُولٌ عَظِيمَةٌ



وَادِى الْمَوْتِ بِكَالِيفُورْنِيَا ، يَقَعُ فِى ظِلِّ مَطَرِ جِبَالِ بَانَامِنْت ، وهُوَ مِنْ أَكْثَرِ الأَمَاكِنِ جَفَافًا على الْأَرْضِ .

لَايُمْكِنُ أَنْ تَكُونَ أَكْثَرَ رُطُوبَةً مِنْ ذَلِكَ .

يَرْتَفِعُ مُونت وَايْلِيَال مِيلًا فَوْقَ سَطْحِ البَحْرِ ، مِثْلَ حَائِطٍ بَحْرِىٍّ هَائِلٍ فِى مُوَاجَهَةِ الرِّيَاحِ التِّجَارِيَّةِ الرَّطْبَةِ الَّتِى تَشُقُّ طَرِيقَهَا خِلَالَ جَزِيرَةِ كَايُوى فى هَاوَاى . وتُفْرِغُ الرِّيَاحُ كُلَّ عَامٍ حوالى ٥٠٠ بُوصَةٍ مِن الْأَمْطَارِ عَلَى المُنْحَدَرَاتِ الشَّرْقِيَّةِ لِلْجبل . ثُمَّ تَتحرَّكُ — وَهِى جَافَّةٌ تقْرِيبًا — غَرْبًا لِتُمْطِرَ عَلَى مَدِينَةِ كِيكَاهَا — على بعد ٢٠ مِيلًا — ١٢ بُوصَةً فَقَطْ من الْأَمْطَارِ السَّنَوِيَّةِ .



…ؤثِّرُ الْيَابِسَةُ عَلَى المنَاخِ ؟

تَسْقُطُ الْأَمْطَارُ الغَزِيرَةُ يَوْمِيًّا عَلَى طُولِ سَوَاحِلِ الرِّيَاحِ التِّجَارِيَّةِ ، وهِىَ الْخُطُوطُ السَّاحِلِيَّةُ الشَّرْقِيَّةُ لِلْقَارَّاتِ ، وَالْوَاقِعَةُ بَيْنَ خطِّ الِاسْتِوَاءِ ودَائِرَةِ عَرْض ٣٠° شمالًا وجَنُوبًا . ويَحْدُثُ مِثْلُ ذَلِكَ عَلَى السَّوَاحِلِ الغَرْبِيَّةِ لِلْأَرَاضِى الَّتِى تَجْتَازُهَا الرِّيَاحُ الغَرْبِيَّةُ السَّائِدَةُ .

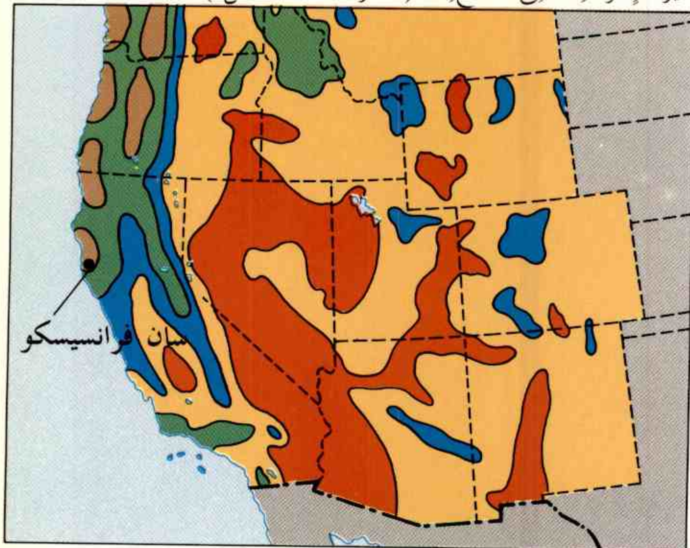
وسَبَبُ ذَلِكَ هُوَ الْفِعْلُ المتبادَلُ بَيْنَ الهَوَاءِ والبَحْرِ وَالْأَرْضِ . وعِنْدَمَا تَهُبُّ الرِّيَاحُ على المُحِيطِ ، فإنَّها تَمْتَصُّ بُخَارَ الْمَاءِ . وفِى النِّهَايَةِ ، عِنْدَمَا تَصْطَدِمُ هَذِهِ الرِّيَاحُ الرَّطْبَةُ بِسَاحِلٍ قَارِّىٍّ ، فَإِنَّهَا تَرْتَفِعُ وتَبْرُدُ ، وَيَتَكَثَّفُ مَاؤُهَا عَلَى شَكْلِ مَطَرٍ . فَإِذَا كَانَ السَّاحِلُ جَبَلِيًّا ، فَإِنَّ المُنْحَدَرَاتِ تُسَاعِدُ الرِّيَاحَ عَلَى الِارْتِفَاعِ والبُرُودَةِ بِسُرْعَةٍ ، فَتَسْقُطُ أَمْطَارٌ غَزِيرَةٌ .

وَيَحْدُثُ مُعْظَمُ التَّسَاقُطِ فِى حِزَامٍ ضَيِّقٍ عَلَى طُولِ السَّاحِلِ أَوْ عَلَى جَانِبِ الجَبَلِ المُوَاجِهِ لِلرِّيَاحِ . والمَنْطَقَةُ التَّالِيَةُ تَقَعُ فِيمَا يُسَمَّى بِظِلِّ المَطَرِ ، وهِىَ مِنْطَقَةٌ تَهُبُّ عَلَيْهَا الرِّيَاحُ الَّتِى تَخَلَّصَتْ مِنْ رُطُوبَتِهَا ، وتُسْقِطُ عَلَيْهَا قَلِيلًا مِن الْمَطَرِ أَحْيَانًا .

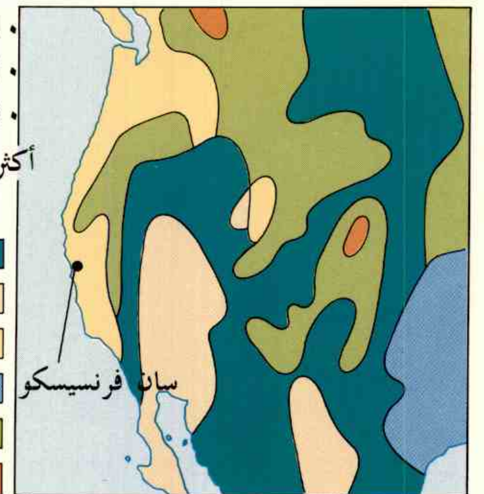


مُنَاخٌ عَلَى هَيْئَةِ رُقَعٍ

تُوجَدُ غَابَاتُ الْأَمْطَارِ والصَّحَارَى جَنْبًا إِلَى جَنْبٍ فِى الوِلَايَاتِ المُتَّحِدَةِ الغَرْبِيَّةِ . والتَّغَيُّرَاتُ المفَاجِئَةُ فِى مُسْتَوَى سَطْحِ الْأَرْضِ قَدْ تُسَبِّبُ تَغَيُّرَاتٍ وَاسِعَةً فِى المَنَاخِ . (الخرائط ــ أسفل) .



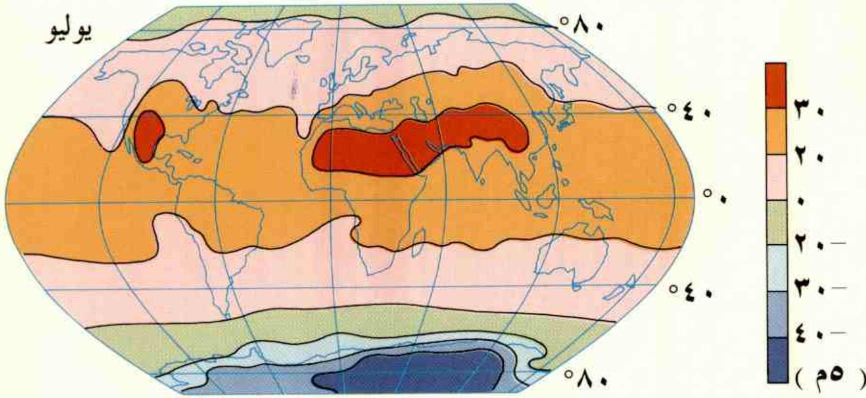
تَتَغَيَّرُ الْأَمْطَارُ السَّنَوِيَّةُ تَغَيُّرًا كَبِيرًا فِى الْغَرْبِ الجَبَلِىِّ .



سَلَاسِلُ الجِبَالِ تُقَسِّمُ الوِلَايَاتِ المتحِدَةَ الغَرْبِيَّةَ إِلَى مَنَاطِقَ مُنَاخِيَّةٍ مُتَمَيِّزَةٍ .

هَلْ يُمْكِنُ ... المُنَاخَ ؟

مُقَارَنَةٌ بَيْنَ دَرَجَاتِ الحَرارَةِ فِى شَهْرِ يناير فِى لَنْدَن ومُوسْكُو وإرْكُتْسِك ــ وكُلُّهَا على دَائِرَةِ عَرْضٍ واحِدةٍ تَقْرِيبًا ــ تُوضِّحُ الْأَثَرَ المُلطِّفَ لتيارِ الْأَطْلَنْطِى الشَّمالى . فلَنْدَن دَرَجَةُ حرارَتِها ٣,٦°م فَهِى أَدْفأُ مِنْ مُوسْكو (-٩,٤°م) بمقدار ١٣° ، وَأَدْفأُ من إرْكُتْسِك (ــ١٩,٦°م) بمقدار ٢٣,٢° .

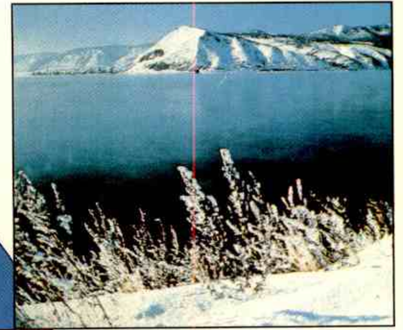




يخْتلِفُ المنَاخُ فِى نَفْسِ الْوَقْتِ : يناير فى لندن (أعلى) ..



.. وفى موسكو ..

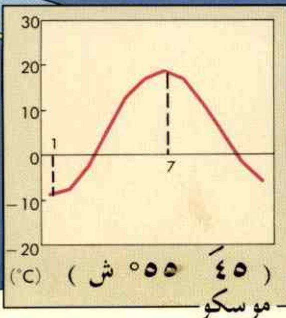


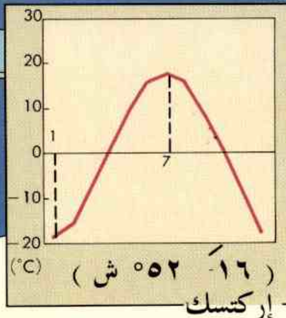
.. وعَلَى بُحيْرَةِ بَاكَال ، قرب إركتسك .

إركتسك
تيار أوياسيو
تيار اليابان
التيار الاستوائى الشمالى
التيار الاستوائى الرجعى
التيار الاستوائى الجنوبى
التيار الاستوائى الجنوبى
تيار شرق استراليا
تيار غرب استراليا

استوائى
صحراوى
معتدل
شبه قطبى
قطبى

تيار دافئ
تيار بارد

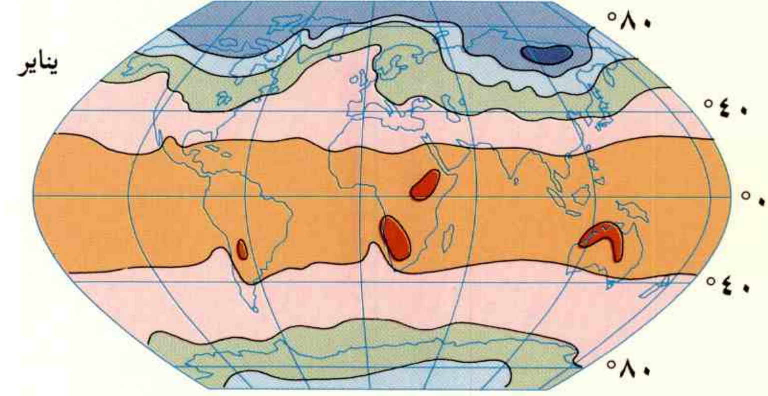




...نْ تُغيِّرَ التيَّارَاتُ البَحْرِيَّةُ

رَغْمَ أنَّ بريطانْيا تقعُ على نفْسِ دائِرةِ عَرْضِ لبْرادُور المُتجمِّدة فِى كَندا ، إلّا أنَّها تتمتَّعُ بجوٍّ مُعْتدِلٍ . فَنادِرًا ما تنْخفِضُ درَجةُ حرارَتِهَا شتَاءً تحت ٣٥° ف ، بيْنما ترْتفِعُ صيْفًا حتَّى ٧٣° ف ، وهذا الجوُّ المعْتدلُ سببُهُ تيَّارُ المُحيطِ الأطْلنْطى الشَّمالى ، وهُوَ تيَّارٌ بحْرِىٌّ دافِئ يبْدأُ مِن المناطِقِ المدارِيَّة . وعِنْدَ مُرُورِ التيَّارِ بجِوارِ بريطَانْيا ودَرَجةُ حَرارَته أعْلَى بمقْدار ١٨° ف عن البحْرِ المُحيطِ بهَا ، فإنَّ الرِّياحَ الغرْبيَّةَ تسْتمِدُّ الحرارَةَ من التيَّارِ ، وتهُبُّ إلى داخِلِ البِلادِ ، فتُدفِّئُ الجُزرَ . وفى الصَّيْفِ ، يكُونُ التيَّارُ أبْرَدَ من الأرْضِ ، فتهُبُّ نسائِمُهُ بارِدَةً . وبنفْسِ الطَّريقةِ تقْريبًا ، فإنَّ تيَّاراتِ المُحيطِ تُلطِّفُ مُناخَ القارَّاتِ فى العَالَمِ . فمَثلًا ، فإنَّ تيَّارَىْ بيرُو وبنجويلا البارِدَيْن ، يُبرِّدانِ الشَّواطِئَ الغرْبيَّةَ لأمْريكا الجنُوبيَّةِ وأفْريقيا على التَّرتيبِ ، وتيَّارُ كاليفورْنيا يُحدِثُ رِياحًا مُنْعشَةً على السَّاحِلِ الغرْبِىِّ للولَايَاتِ المتَّحِدَةِ .

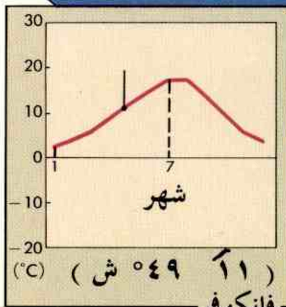
مُتوسِّطُ درَجاتِ الحرارَةِ فِى العَالَمِ

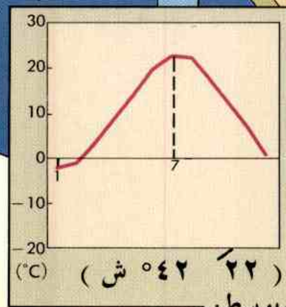


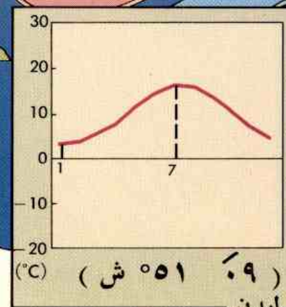
التَّيارَاتُ البحْرِيَّةُ والمُنَاخُ

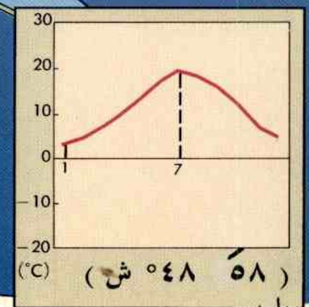
تيار شرق جرينلاند
تيار لبرادور
تيار الأطلنطى الشمالى
موسكو
لندن
باريس
فانكوفر
بوسطن
التيار الاستوائى الشمالى
تيار الخليج
التيار الاستوائى الشمالى
التيار الاستوائى الرجعى
التيار الاستوائى الجنوبى
التيار الاستوائى الجنوبى
تيار بيرو
تيار بنجويلا
تيار البرازيل
تيار موزمبيق
تيار الدائرة القطبية الجنوبية
٦٠
٥٠

المتوسط الشهرى لدرجة الحرارة









7 سُرعَةُ التَّقدُمِ وَثمنُهُ

مُنْذُ بَدْءِ الخلِيقَة ، وَالْإِنْسَانُ يُجاهِدُ لِتطوِيرِ بيئَتِه لِتُناسِبَ احْتِيَاجاتِه ، وتَجْعَلُ حَيَاتَهُ أَسْهَلَ ، وأَكْثَرَ رَاحَةً . والْآنَ ، بَعْدَ مَلَايِينِ السِّنِين ، فَإِنَّ كُلَّ جُزْءٍ مِنْ سَطْحِ الْأَرْضِ تَقْرِيبًا ، يَشْهَدُ عَلى ذَلِكَ .

وقَدْ أَخذَ التَّقدُمُ أَشْكَالًا كَثِيرَةً . فَفِى الْوِلَايَاتِ المتَّحِدَةِ ، كَانَ لِلسُّدُودِ الَّتِى أُنْشِئَت عَلَى نهرِ التِّنِيسى فِى الثَّلَاثِينِيَّاتِ والْأَرْبعِينِيَّاتِ مِن القَرْنِ الْحالِى ، الْفضْلُ فِى التَّحكُّمِ فِى الفَيضَانِ وتَزْوِيدِ ما يَقْرُبُ مِنْ ٨٠٠٠٠ مِيلٍ مُربَّعٍ بالكَهْرباء وهِى تُغطِّى مِنطَقَةَ تِنِيسى وأجْزاءَ مِنْ سِتِّ وِلَايَاتٍ جَنُوبِيَّةٍ أُخرَى . وفى الْأَرَاضِى الْوَاطِئَة (هولندا) ، بُنِى نِظَامٌ مُحْكَمٌ مِن الحَواجِزِ عَلى مَدى قُرُونٍ طَوِيلَةٍ ، فَساعَدَ الهُولَنْدِيِّينَ عَلَى اسْتِرْدَادِ أكثَر من ١,٩ مِلْيونَ فَدانِ أَرْضٍ مِن الْبَحْرِ . وقَدْ حَوَّلَ الرَّىُّ ، الْأَرَاضِى الْقَاحِلَةَ إِلَى حُقُولٍ تَزْخَرُ بالمحَاصِيلِ . فَشُكْرًا لِلَّهِ سُبْحَانَهُ وتَعالَى الَّذِى هَدَى الْإِنْسَانَ إِلَى التَّفكِيرِ فِى كُلِّ ذَلِكَ .

ولَايَعْتَمِدُ التَّقَدُّمُ دَائِمًا عَلى التَّقْنِيَةِ ، بَلْ قَدْ يَكُونُ لِمَهَارَةِ الْإِنْسَانِ أَثَرُهُ الكَبِيرُ فِى هَذَا المَجَالِ . فَحُسْنُ رِعَايَةِ الْأَرْضِ تُسَبِّبُ ازْدِهَارَهَا المسْتَمِرَّ . وتَخْطِيطُ المُدُنِ بِنَظْرَةٍ مُسْتَقْبَلِيَّةٍ يُسَاعِدُ عَلى حَلِّ مُشْكِلَاتِ الِامْتِدَادِ الحضَارِىِّ .

وثَمَنُ التَّقَدُّمِ الرَّئِيسى ، هُوَ إِفْسَادُ الْبِيئَةِ . وتُوَضِّحُ الصَّفَحاتُ التَّالِيَةُ أَنَّ التَّخْطِيطَ الحَكِيمَ يُساعِدُ العُنْصُرَ البَشرِىَّ عَلى التَّمتُّعِ بِمَزَايَا التَّقدُّمِ ، ويُقَلِّلُ قَدْرَ الْإِمْكَانِ آثَارَهُ الجَانِبِيَّةَ السَّلْبِيَّةَ .

مدينة صن سيتى فى الْأَرِيزُونَا ، وقَدْ ظَهَرت الْمنازِلُ فِى حَلَقاتٍ تُحِيطُ بِنَوَاةٍ مِن المحَلَّاتِ والمَدَارِس .



مَا هُوَ الانْفِجَارُ السُّكَّانِىُّ؟

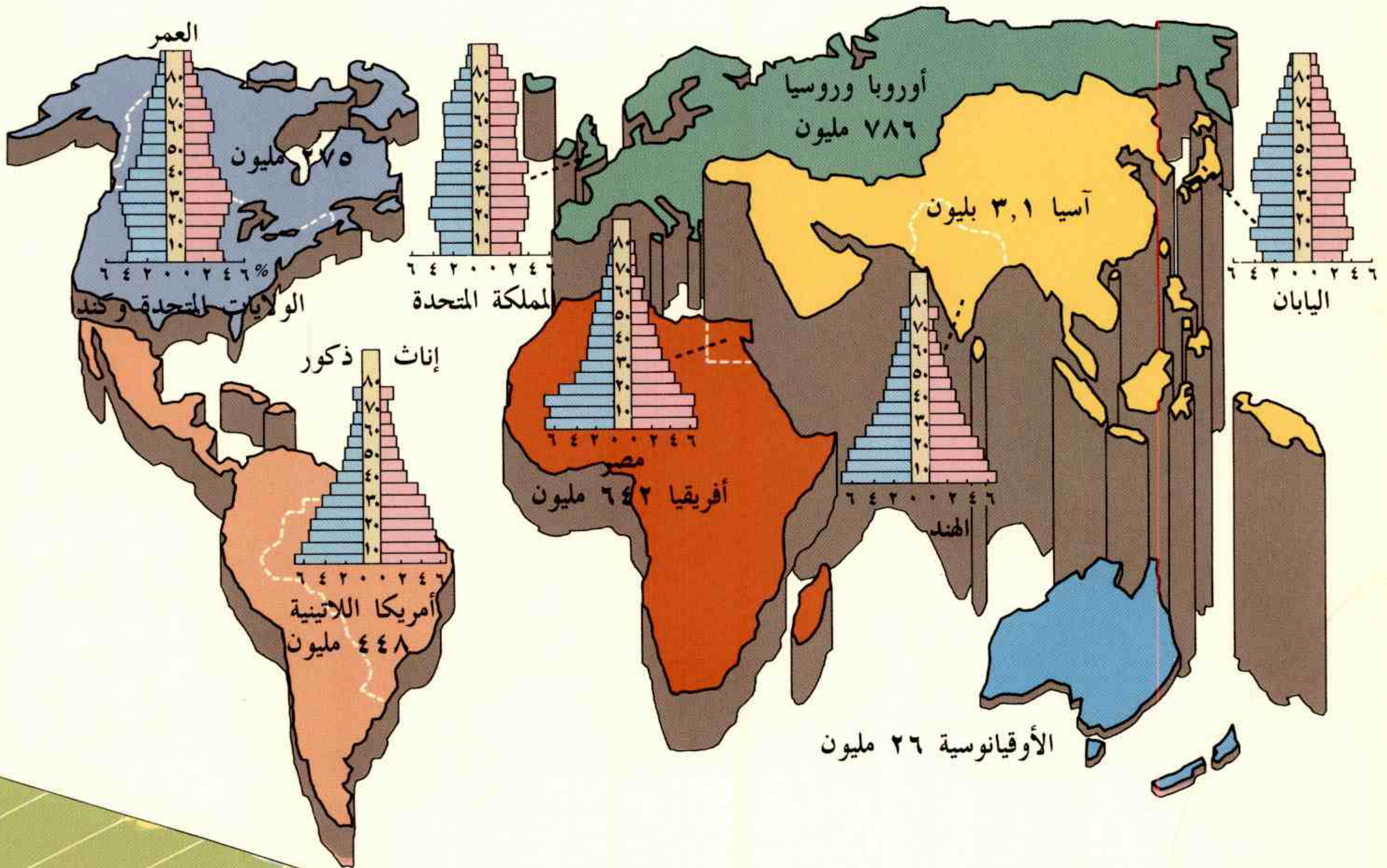
قَدَّرَ الْعُلَمَاءُ السُّكَّانَ عَلَى الْأَرْضِ مُنْذُ ١٠٠٠٠ سَنَةٍ ، بِنَحْوِ ٨ مَلايينَ نَسَمَةٍ . وزحَفَ الْعَدَدُ إِلَى حَوالَى ٣٠٠ مِلْيونٍ فى السَّنَةِ المِيلادِيَّةِ الْأُولَى ، واسْتَغْرَقَ حتَّى مُنْتَصَفِ الْقَرْنِ السَّابِعَ عَشَرَ لِيتضاعَفَ إِلَى ٦٠٠ مِلْيُونٍ . وانْفَجرَ عَدَدُ السُّكَّانِ مَعَ بِدايةِ الْقَرْنِ التَّاسِعَ عَشَرَ . فَفِى عَام ١٨٥٠ كَانَ عَدَدُ سُكَّانِ العَالَمِ بِلْيُونَ فَرْدٍ ، وَفِى عَامِ ١٩٣٠ وَصَلَ إِلى ٢ بليون . ومَعَ هَذا التَّصاعُدِ النِّسْبِىِّ فِى النُّموِّ ، فَإِنَّ تعْدادَ السُّكَّانِ عامَ ٢٠٠٠ قَدْ يَصِلُ إِلَى ٦ بَلَايِينَ . (خط الزمن ، أسفل ومقابل)

والسَّبَبُ الرَّئِيسِىُّ لِلانْفِجارِ السُّكَّانِى هُوَ تَزايُدُ أَمَدِ الْحَياةِ لِلْفَرْدِ فَفِى مُنْتَصَفِ الْقَرْنِ السَّابِعَ عَشَرَ ، كَانَ مُتَوسِّطُ عُمْرِ الفَرْدِ ٤٠ سَنَةً فَقَطْ . وَلَكِنَّ الاكْتِشافَاتِ الطِّبِّيةَ المتَواصِلَةَ وَالتَّحسُّنَ فِى مُسْتَوى المعِيشَةِ خِلالَ الْقُرُونِ الْقَلِيلَةِ الْأَخِيرَةِ ، رَفَعَ أَمَدَ الْحَياةِ إِلَى ٦٣ سَنَةً .

وَقَدْ أَثَّرَ الاقْتِصادُ أَيْضًا على النُّمُوِّ السُّكَّانِى . فَالبِلَادُ ذَاتُ الاقْتِصادِ القَوِىِّ الثَّابِتِ يَزْدادُ تَعْدادُهَا بِبُطْءٍ ، بَيْنَما يَزْدادُ تَعْدادُ الدُّوَلِ النَّامِيَةِ بِسُرْعَةٍ . وهذِهِ الظَّاهِرَةُ صَعَّبَتْ عَلى الدُّوَلِ النَّامِيَةِ تَحْقِيقَ النَّجاحِ وَالنُّمُوِّ الاقْتِصادِىِّ .

العُمْرُ وَالنَّوْعُ والسُّكَّانُ (عام ١٩٩٠)

الْأَهْرَامَاتُ عَلَى الْخَرِيطَةِ التَّالِيةِ تُبيِّنُ تَفْصِيلَ العُمْرِ وَالنَّوْعِ لِمُجْتَمعَاتٍ مُخْتَلِفَةٍ . فدَوْلَةٌ كالْهِنْدِ ، هَرَمُها قَاعِدَتُهُ أَكْثَرُ اتِّسَاعًا مِنْ قِمَّتِهِ ، تتوقَّعُ زِيَادَةً سُكَّانِيَّةً كَبِيرَةً مع تَقَدُّمِ عُمْرِ المَوَاطِنِينَ الصِّغَارِ . أَمَّا إنجلترا ، ذاتُ الهَرَمِ الْمُنتَظِمِ الشَّكْلِ ، فإِنَ الزِّيَادَةَ السُّكَّانِيَّة تكادُ تَكُونُ مُنْتَظِمَّةً .



تقدير عام ٢٠٠٠
٦,١٢٨ بليون
٥,٣ بليون
(١٩٩٠)
٥ بليون
٤ بليون
٣ بليون
٢ بليون
١ بليون
الثورة الصناعية
٢٠٠٠
١٩٠٠
١٨٠٠
١٧٠٠
١٦٥٠
١٦٠٠
١٥٠٠
١٤٠٠
١٣٠٠
١٢٠٠
١١٠٠
١٠٠٠
٩٠٠
٨٠٠
٧٠٠
٦٠٠
٥٠٠
٤٠٠
٣٠٠

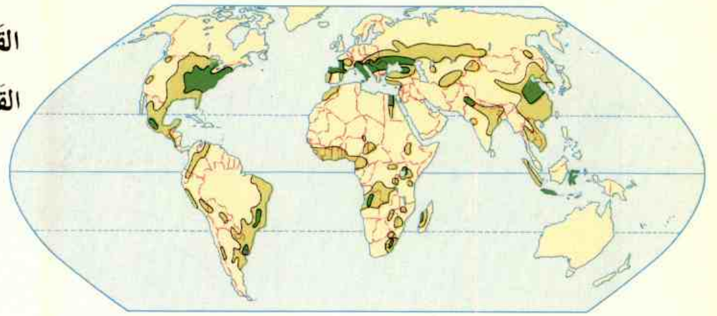
تقدير عام ٢٠٠٠
٣,٥ بليون
٨٢٨ مليون
٨٧٧ مليون
٥٥٠ مليون
٢٩٨ مليون
٣٠ مليون
٢٩٢ مليون
١٠٣ مليون
١٠٠ مليون
١٠ مليون
١ مليون
٢ مليون
آسيا
أوروبا وروسيا
أفريقيا
أمريكا اللاتينية
الولايات المتحدة وكندا
الأوقيانوسية
تعداد عام ١٦٥٠

نُمُوٌّ غَيْرُ مُتَوازِنٍ

بَيْنَ عَامِ ١٦٥٠م وَالْآنَ ، تَغَيَّرَ النُّمُوُّ السُّكَّانِيُّ مِنْ مِنْطَقَةٍ لِأُخْرَى . فَزادَ تَعْدادُ أُورُوبَّا حَوْلَ عام ١٧٦٠ بِسَبَبِ الثَّوْرَةِ الصِّناعِيَّةِ ، وَفِي الْقَرْنِ الْعِشْرِينَ ، أَصْبَحَ أَسْرَعُ نُمُوٍّ سُكَّانِيٍّ فِي آسْيَا وَأَفْرِيقْيَا وأَمْرِيكَا الجَنُوبِيَّةِ .

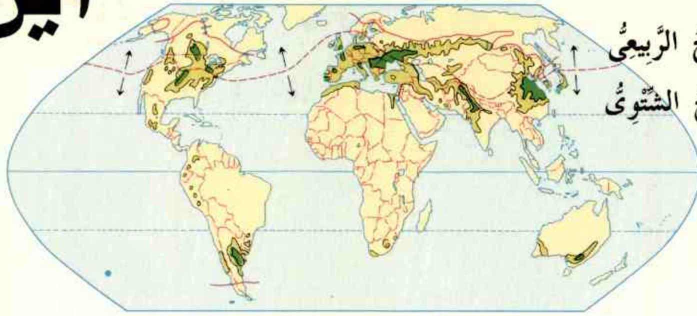
أَيْنَ

مَنَاطِقُ الذُّرَةِ



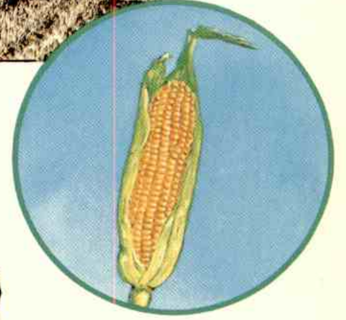
إِنْتَاجٌ قَلِيلٌ
إِنْتَاجٌ وَافِرٌ

الْقَمْحُ الْعَظِيمُ



إِنْتَاجٌ قَلِيلٌ
إِنْتَاجٌ وَافِرٌ





حَصَّادَةٌ تَصُبُّ كِيزَانَ الذُّرَةِ فِى صَنَادِيقِ الحبُوبِ المُلْحقَةِ بِجَرَّارٍ .





دَرَّاسَةٌ تَدْرُسُ الْقَمْحَ فِى السُّهُولِ الكَبِيرَةِ بِالوِلَايَاتِ المتَّحِدةِ الوُسْطَى .

٣٥٨
٢٥٦
١.٥
٢٣٨

٨٣
٨٣
٠.٨
٩٩

٣٥٨
٣٧٤
١.٦
٢٢٣

٤١٩
٣٨٣
٠.٧
٥١٥

١٤
٤١
٢.٣
٧

٢٠
٣
٠.٥
٣٥

...تنْتج الْحبوبُ؟

تُعَطِّى نِصْفُ الاحْتياجَاتِ الْغِذَائيَّةِ الْبَشَرِيَّةِ مِنْ ثَلاثَةِ حُبُوبٍ هِى الْقَمْحُ وَالْأُرْزُ وَالذُّرَةُ . فَفِى كَثِيرٍ مِن الْبِلَادِ ، يُؤَدِّى ضَعْفُ أَحَدِ هَذِهِ المحَاصِيلِ إِلَى أَزَمَاتٍ طَاحِنَةٍ .

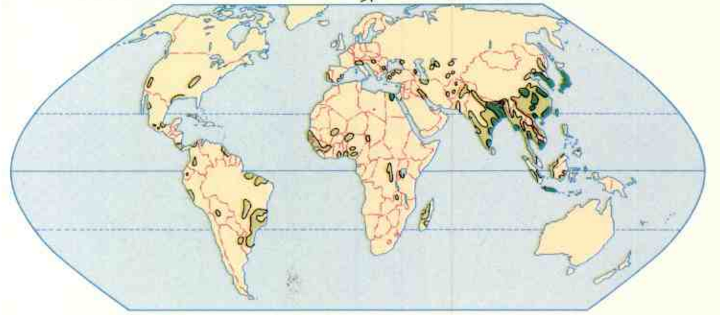
وَالقَمْحُ هُوَ أَكْثَرُ الحبُوبِ زِرَاعَةً ، فَهُوَ يُزْرَعُ فى جَمِيعِ الْقَارَّاتِ عَدَا الْأَنْتَارِكْتِيكَا . وَفِى مُعْظَمِ الْبِلَادِ ، يُمكِنُ إِنْبَاتُهُ فِى الرَّبِيعِ والصَّيْفِ والشِّتَاءِ . ويَبْلُغُ مَجْمُوعُ مَحْصُولِ القَمْحِ فِى العَالَمِ حوالى ٦٠٠ مِلْيُونِ طِنٍّ مِتْرِىٍّ مِن الحبُوبِ فى السَّنَةِ .

وَالْأُرْزُ هُوَ الغِذَاءُ الرَّئِيسِىُّ لِنصْفِ سُكَّانِ الْعَالَمِ . وينْمُو أَكْثَرُ مِن ٩٥٪ مِن مَحَاصِيلِهِ فِى الشَّرْقِ الْأَقْصَى ، خَاصَّةً فِى الْهِنْدِ والصِّينِ ، حَيْثُ تتوافَرُ ظُرُوفُ نُمُوِّهِ المِثَالِيَّةُ مِنْ رُطُوبَةٍ وسَوَاحِلَ مُنْخَفِضَةٍ خِصْبَةٍ . ويُنْتِجُ الْفَدَّانُ الْوَاحِدُ مِن الْأُرْزِ ضِعْفَ الكَمِّيَّةِ الَّتِى يُنْتِجُهَا فَدَّانٌ مِن القَمْحِ .

ويتَمَرْكَزُ إِنْتَاجُ الذُّرَةِ فِى الوِلَايَاتِ المتَّحدةِ . وتَختْلِفُ الذُّرَةُ عَن الْقَمْحِ والْأُرْزِ فِى أَنَّهَا لا تُسْتَهْلَكُ بِوَاسِطَةِ الْبَشَرِ فَقَطَ ، فَحَوالَى ٨٠٪ مِن الْإِنْتَاجِ تتغَذَّى عَلَيْهِ الثَّروةُ الحيوانيَّةُ أَوْ تُصْنَعُ مِنْهُ مُنْتجَاتٌ أُخْرى كَزَيْتِ الذُّرَةِ .

ويَبْلُغُ الْإِنْتَاج السَّنوِىُّ الْعَالَمِىُّ مِن الذُّرَة حَوالى ٥٠٠ مِلْيُونِ طِنٍّ مِتْرِىٍّ (الطن المترى = ١٠٠٠ كيلو جرام) .

الْأُرْزُ فِى الْعَالَمِ



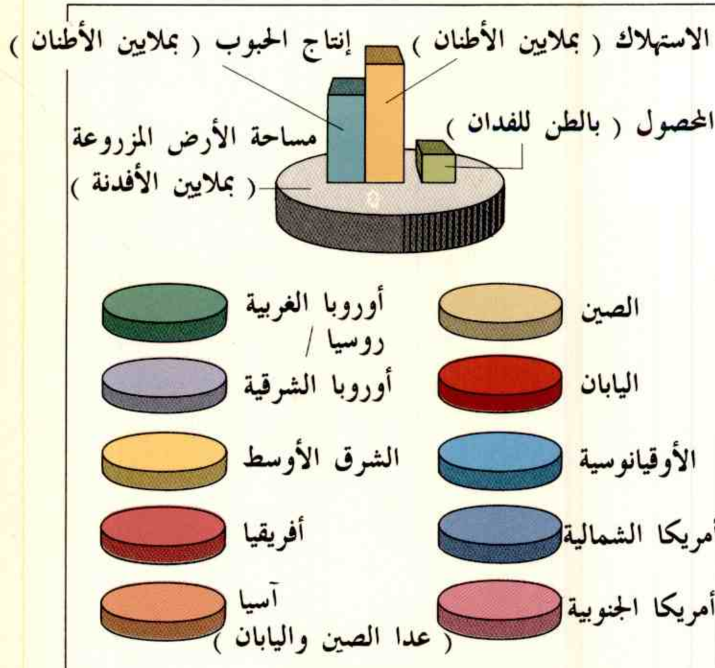


مُزَارِعُونَ يَحْصُدُونَ محْصُولَ الْأُرْزِ بِأَيْدِيهِم فِى حَقْلٍ فِى تايلاند .



حُبُوبُ الكُرَةِ الْأَرْضِيَّةِ

تُبيِّنُ هَذِهِ الْأَعْمِدَةُ كَمِّيَّةَ الحبُوبِ المنْتَجَةِ والمُسْتَهْلَكَةِ فِى مَنَاطِقَ مختَلِفَةٍ عَلَى الْأَرْضِ . والدُّوَلُ الصِّنَاعِيَّةُ تُنْتِجُ وتَسْتَهْلِكُ أَكْبَرَ كَمِّيَّةٍ مِن الحبُوبِ ، وتَزْرَعُ كَذَلِكَ حُبُوبًا أَكْثَر علَى مِسَاحَاتٍ أَقَلَّ .



مَا هِىَ الْبِلادُ الْمصدِّرة للأَخْشَابِ؟

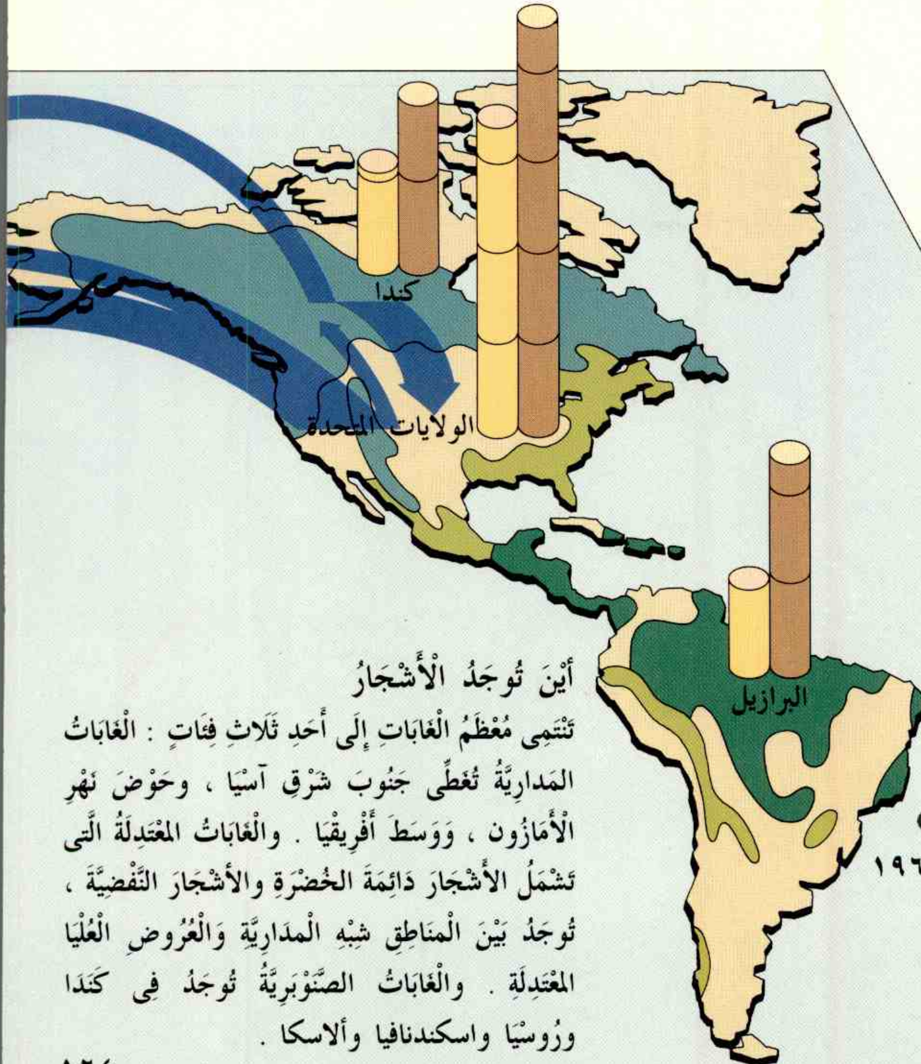


تُصدِّرُ كَندا أكْثَرَ مِنْ خُمسِ أخْشَابِ الْعَالَمِ . وَيظْهَرُ أَعْلَى ، غَابَاتٌ صَنَوْبَرِيَّةٌ مَخْرُوطِيَّةٌ تُغَطِّى بَعْضَ أَرَاضِيهَا .

ومَعَ عَامِ ١٩٩٠ كَانَ يَتِمُّ قَطْعُ ٤٢ مِلْيونَ فَدّانٍ مِن الْغَابَاتِ الاسْتِوائِيَّةِ فِى السَّنَةِ على مُسْتَوى الْعَالَمِ . وقَدْ حَذَّرَ الْعُلَمَاءُ مِن الْأَضْرَارِ الَّتِى تُصِيبُ الْبِيئَةَ مِنْ جَرَّاءِ نَقْصِ أُكْسُجِين الْجوِّ الَّذِى كَانَتْ تُنْتِجُهُ هَذِهِ الْغَابَاتُ .



قَاطِعُو أَخْشَابٍ يَحمِلُونَ الجُذُوعَ على شَاحِنَةٍ فِى إِحْدَى الغَابَاتِ الْمَدَارِيَّةِ الْمَطِيرَةِ فِى بُورنْيُو . وهَذَا النَّوْعُ مِن الْجُذُوعِ المقْطُوعَةِ مُتْلِفٌ لِلغَابَاتِ .



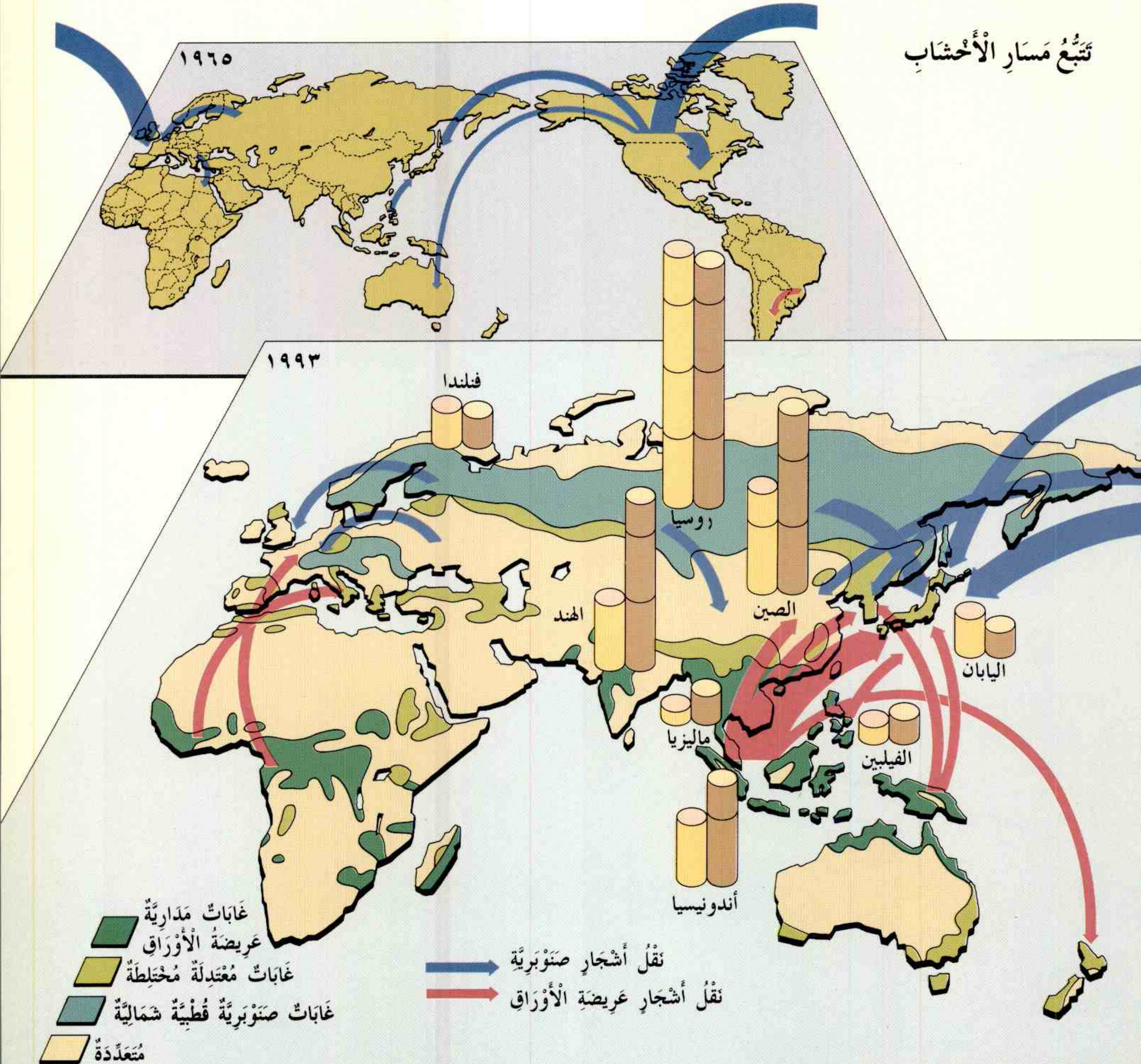
أيْنَ تُوجَدُ الأَشْجَارُ

تَنْتَمِى مُعْظَمُ الْغَابَاتِ إِلَى أَحَدِ ثَلاثِ فِئَاتٍ : الْغَابَاتُ المَدارِيَّةُ تُغَطِّى جَنُوبَ شَرْقِ آسْيَا ، وحَوْضَ نَهْرِ الْأَمَازُون ، وَوَسَطَ أفْرِيقْيَا . والْغَابَاتُ المعْتَدِلَةُ الَّتِى تَشْمَلُ الأَشْجَارَ دَائِمَةَ الخُضْرَةِ والأَشْجَارَ النَّفْضِيَّةَ ، تُوجَدُ بَيْنَ الْمَنَاطِقِ شِبْهِ الْمدَارِيَّةِ وَالْعُرُوضِ الْعُلْيَا المعْتَدِلَةِ . والْغَابَاتُ الصَّنَوْبَرِيَّةُ تُوجَدُ فِى كَنَدا ورُوسْيَا واسكندنافيا وألاسكا .

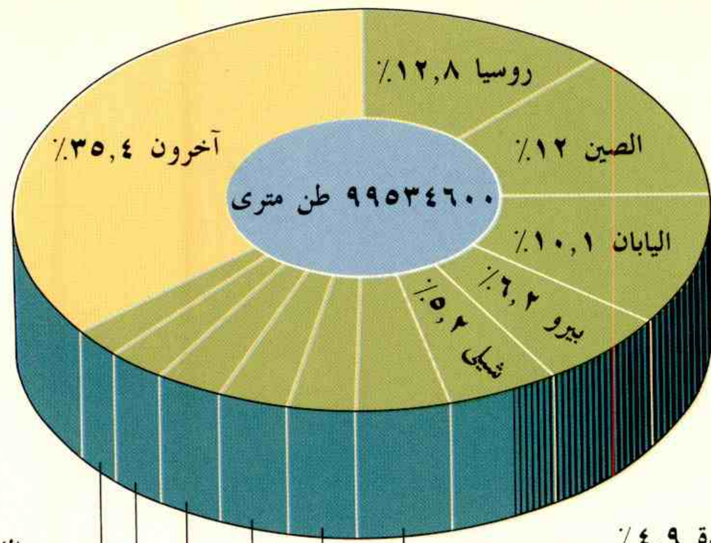
رَغْمَ أَنَّ الْبِلادَ الغَنِيَّةَ بِالْأَشْجَارِ كَانَتْ دَائِمًا تَبِيعُ الْأَخْشَابَ لِلدُّوَلِ الَّتِى تَحْتَاجُهَا ، إِلَّا أَنَّهُ خِلالَ الْقَرْنِ الْعِشْرِينَ تَغَيَّرَتْ مَصَادِرُ الْأَخْشَابِ وَأَمَاكِنُ طَلَبِهَا . فَمثَلًا ، فِى عَامِ ١٩٦٥ كَانَتْ بِرِيطَانْيَا العُظْمَى هِىَ أَكْبَرَ مُسْتَوْرِدٍ لِلْأَخْشَابِ ، أَمَّا أَكْبَرُ المُصَدِّرِينَ فَكَانُوا كَنَدَا وفِنْلَنْدَا والسُّوِيد ورُوسْيَا والوِلَايَات الْمُتَّحِدَة . وفِى الوَقْتِ الحَاضِرِ تُعْتَبَرُ الْيَابَانُ أَكْبَرَ مُسْتَوْرِدٍ ، وَأَكْبَرُ المُصَدِّرِينَ مَالِيزْيَا وكَنَدا ورُوسْيَا الَّذِينَ يُشَكِّلُونَ معًا نِصْفَ كَمِّيَةِ العَالَمِ المُصَدَّرَةِ مِن الْأَخْشَابِ .

وَالْغَابَاتُ المَدَارِيَّةُ المَطِيرَةُ فِى مَالِيزْيَا هِىَ كَنْزٌ لمجْمُوعَةِ أَخْشَابِ السَّاجِ والمَاهُوجْنى وغَيْرِهَا مِن الْأَخْشَابِ الصُّلْبَة ، ولَمْ يَتِمَّ قَطْعُ الْغَابَاتِ عَلى نِطَاقٍ وَاسِعٍ قَبْلَ السَّبْعِينِيَّاتِ . فَقَبْلَ ذَلِكَ ، كَانَ الحَشَّابُونَ فِى وَضْعٍ حَرِجٍ أَمَامَ التَّنَوُّعِ الكَبِيرِ لِلْأَشْجَارِ الَّذِى جَعَلَ مِن الصَّعْبِ فَرْزَ الْأَخْشَابِ بِالْإِضَافَةِ إِلَى صُعُوبَةِ اسْتِخْلاصِ الْأَشْجَارِ مِن الْأَدْغَال الكَثِيفَةِ المتشَابِكَةِ الَّتِى تَنْمُو فِيهَا . وقَدْ أَمْكَنَ التَّغلُّبُ على هَذِهِ الصُّعُوبَاتِ مَعَ تَقَدُّمِ تَقْنِياتِ الْقَطْعِ ومُعَالَجَةِ الْأَخْشَابِ .

تَتَبُّعُ مَسَارِ الْأَخْشَابِ

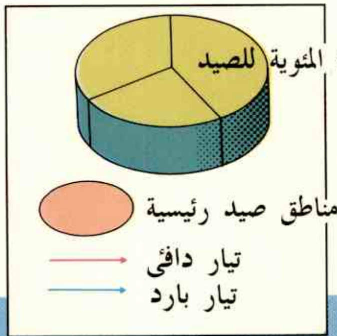


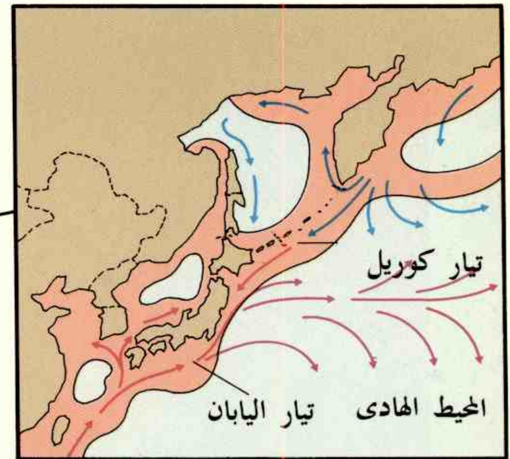
أَيْنَ يَتِمُّ صَيْدُ



حَصِيلَةُ الصَّيْدِ السَّنَوِىِّ

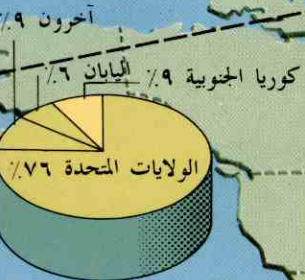
يُوَضِّحُ هَذَا الْقُرْصُ مِقْدَارَ صَيْدِ الْأَسْمَاكِ فِى دُوَلِ الْعَالَمِ سَنَةَ ١٩٨٩ . وَيَبْلُغُ مَجْمُوعُ الصَّيْدِ فِى رُوسْيَا والصِّينِ والْيَابَانِ مَعًا حَوَالَى ثُلُثِ الْمَجْمُوعِ الْكُلِّى لِدُوَلِ الْعَالَمِ الَّذِى يَبْلُغُ حوالى ٩٩,٥ مِلْيُونَ طِنٍّ مِتْرِىٍّ . أَمَّا كُلٌّ مِنْ بيرُو وشيلى والولَايَاتُ المتَّحِدَةُ فَتُشَكِّلُ حوالى ٥٪ مِن الجُمْلَةِ .

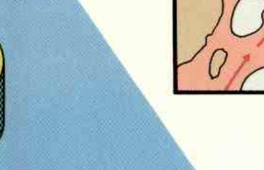


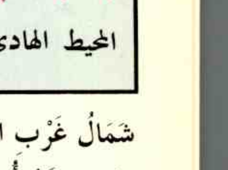


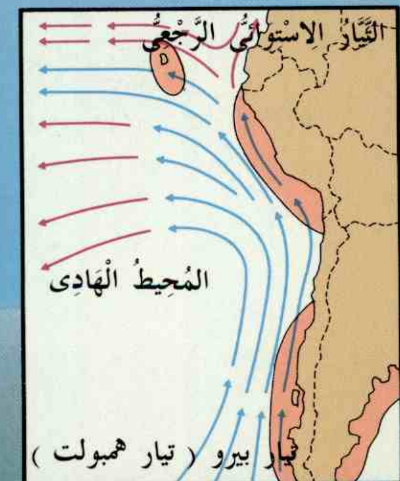
شَمَالُ غَرْبِ الْمُحِيطِ الْهَادِى :

يَجْرِى تَيَّارُ أُويَاسِيُو الْبَارِدُ وتَيَّارُ الْيَابَانِ الدَّافِئُ جَنْبًا إِلَى جَنْبٍ قُرْبَ سَوَاحِلِ الْيَابَانِ ، فَيُكَوِّنَانِ أَغْنَى مَنَاطِقِ صَيْدِ الْأَسْمَاكِ فِى الْعَالَمِ . وأَهَمُّ أَسْمَاكِهَا السَّرْدِينُ والسَّلْمُونُ والماكيريل .







الْهَادِى الجنوبى الشَّرْقِى

تَزْخَرُ المِنْطَقَةُ البِيرُوفِيَّةُ لِصَيْدِ الْأَسْمَاكِ بِأَسْمَاكِ الْأَنْشُوجَةِ . وتَقَعُ هَذِهِ الْمِنْطَقَةُ فِى مَوَاضِعِ انْدِمَاجِ تَيَّارِ بيرُو ، والتَّيَّارِ الِاسْتِوَائِى الرَّجْعِى . وقَدْ تَمَّ صَيْدُ أَكْثَرَ مِن ١٥ مِلْيُونَ طِنٍّ مِتْرِىٍّ مِن الْأَسْمَاكِ عَامَ ١٩٨٩ .

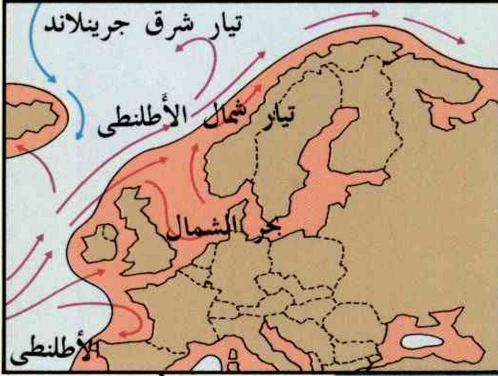
مُعْظَمِ الأَسْمَاكِ ؟

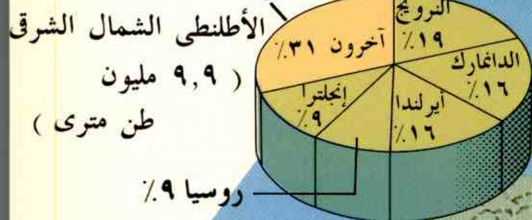
تتجوَّلُ الْأَسْمَاكُ فِى مُحِيطَاتِ الْعَالَمِ ، ولكنَّهَا تَتَجمَّعُ فِى مَنَاطِقَ قَلِيلَةٍ بِأَعْدَادٍ كَبِيرَةٍ تَجْعَلُ صَيْدَهَا تِجَارَةً رَابِحَةً . وتَتَميَّزُ هَذِهِ المَنَاطِقُ بتَوافُرِ ظُرُوفٍ مُعَيَّنَةٍ . فَالمَاءُ الدَّافِئُ جِدًّا يَطْرُدُ البلانكتون الَّذى تَتَغَذَّى عَلَيْهِ الْأَسْمَاكُ ، وَالْمَاءُ الشَّدِيدُ الْبُرُودَةِ لَايَصْلُحُ لِاسْتِضَافَةِ الْأَسْمَاكِ أَيْضًا . وَالمِيَاهُ المُناسِبَةُ عِنْدَ أَمَاكِنِ الْتِقَاءِ التَّيَّارَاتِ الدَّافِئَةِ وَالتَّيَّارَاتِ الْبَارِدَةِ . ويُحَدِّدُ عُمْقُ الْبَحْرِ أَيْضًا أَمَاكِنَ تَجمُّعِ الْأَسْمَاكِ . وتَبِيضُ الْأَسْمَاكُ عَادَةً فَوْقَ الرَّفَارِفِ الْقَارِّيَّةِ حَيْثُ يَكُونُ المُحِيطُ ضَحْلًا ، وهَذِهِ الْأَمَاكِنُ تُعْتَبَرُ مَصَائِدَ مِن الدَّرَجةِ الْأُولَى .

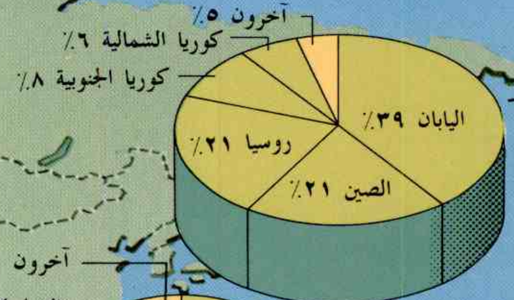
وَيَتَوافَرُ هَذَانِ الْعَامِلَانِ ــ التَّيَارَاتُ المُنْدَمِجَةُ والرَّفُّ القَارِّىُّ العَرِيضُ ــ فِى أَرْبَعِ مَنَاطِقَ رَئِيسِيَّةٍ هِىَ : الشَّمَالُ الْغَربى ، والجَنُوبُ الشَّرْقِى والغَرْبُ الْأَوْسَطُ لِلمُحِيطِ الْهَادِى ، والشَّمَالُ الشَّرْقِى للمُحِيط الْأَطْلَنْطِى . والْبِلَادُ القَرِيبَةُ من هَذِهِ المَنَاطِقِ يَكُونُ فِيهَا صَيْدُ الْأَسْمَاكِ صِنَاعَةً كَبِيرَةً ، وتَنَاوُلُ الْأَسْمَاكِ وَجبَةً أَسَاسِيَّةً .

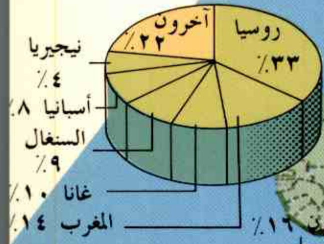
الأطلنطى السخى

بِحارُ أُورُوبَّا الشَّمَالِيةُ الَّتِى يَجْرِى فِيهَا أَحَدُ فُرُوعِ تَيَّارِ الْخَلِيجِ الدَّافِئ فَوْقَ رَفٍّ قَارِّىٍّ وَاسِعٍ ، تَعُجُّ بِأَسْمَاكِ الْغِذَاءِ التَّقْلِيدِيَّةِ مِثْلِ القُد والرِّنْجة والماكيريل . والشَّكْلُ التَّالِى (أسفل) يُوضِّحُ النِّسَبَ المِئويَّةَ لمسَاحَاتِ صَيْدِ الْأَسْمَاكِ وإنتاج عام ١٩٨٩ فى مَنَاطِقِ الْعَالَمِ .



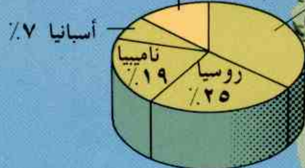






الغرب الأوسط للهادى (٧,١ مليون طن مترى)
آخرون ١١٪
ماليزيا ٤٪
فيتنام ١٠٪
أندونيسيا ٢٧٪
تايلاند ٢٦٪
الفلبين ٢٢٪

المحيط الهندى الغربى (٣,٣ مليون طن مترى)
الهند ٤٣٪
آخرون ٣٨٪
سرى لانكا ٦٪
باكستان ١٣٪



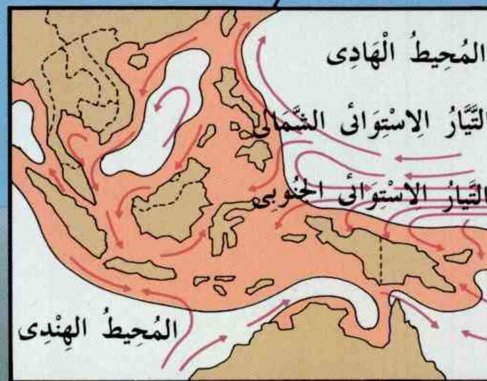
الجَنُوبِىُّ الشَّرْقِىُّ لِلْأَطْلَنْطِى ٢,١ مِلْيُونِ طَنٍّ مِترِىٍّ .



الهادى الجنوبى الغربى (١ مليون طن مترى)

آخرون ٤٪
اليابان ١٧٪
روسيا ٧٩٪
الأنتاركتيكا (٠,٥ مليون طن مترى)





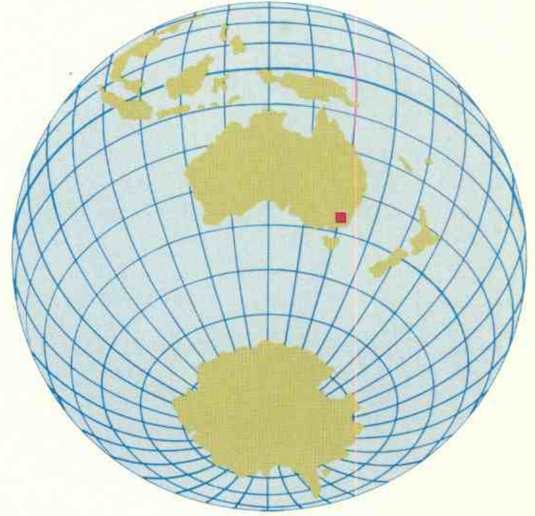
غَرْبُ وَوَسَطُ الْمُحِيطِ الهَادِى :

غَرْبُ وَوَسَطُ المُحِيطِ الْهَادِى هُوَ مِنْطَقَةُ جَنُوبِ شَرْقِ آسيَا واسْتُرَاليَا ، وهُوَ مَقَرُّ أَسْمَاكِ التُّونَة والرُّوبيان (الجَمْبرِىّ) والبونيتو . ومُعْظَمُ الرُّوبْيَانِ الَّذِى يَتِمُّ صَيْدُهُ ، يُجَمَّدُ وَيُصَدَّرُ لِلْيَابَان .

مَا هِىَ الْمَدِينَةُ الْمُخَطَّطَةُ ؟

نَمَتْ مُعْظَمُ مُدُنِ الْعَالَمِ بِبُطْءٍ عَلى مَدارِ الْعُقُودِ وَالْقُرُونِ ، دُونَ وُجُودِ خُطَّةٍ رَئِيسيَّةٍ لِنُموِّهَا . وقَليلٌ مِنْها ، اتَّخذَ شَكْلَهُ طِبْقًا لِمَشْرُعَاتٍ دَقِيقَةٍ . وفِى هَذِهِ المُجْتَمعَاتِ الَّتى خُطِّطَتْ مُدُنُهَا ، فَإِنَّهُ يُوضَعُ تَصْمِيمٌ يَضُمُّ كُلَّ وُجُوهِ الْحيَاةِ الحَضَارِيَّةِ قَبْلَ الْبَدْءِ فِى بِناءِ أَوَّلِ مَبْنًى .

وعَلَى العَكْسِ مِنَ التَّخْطِيطِ الشَّبَكِى لِكَثِيرٍ مِنَ الْمُدُنِ غَيْرِ المُخطَّطَةِ ، فَإِنَّ الْمَدِينَةَ المُخطَّطَةَ تَجْعَلُ الشَّوَارِعَ قُطْرِيَّةً حَيْثُ تُؤَدِّى الطُّرُقُ العَرِيضَةُ إِلَى الْخُرُوجِ مِنَ المتنزَّهَاتِ الْفَسِيحَةِ . وَكَانْبَرَّا عَاصِمَةُ اسْتُراليا الَّتِى صُمِّمَتْ عَامَ ١٩١١ هِى مِثَالٌ جَيِّدٌ لِلنَّجَاحِ فِى هَذَا الاتِّجَاهِ .



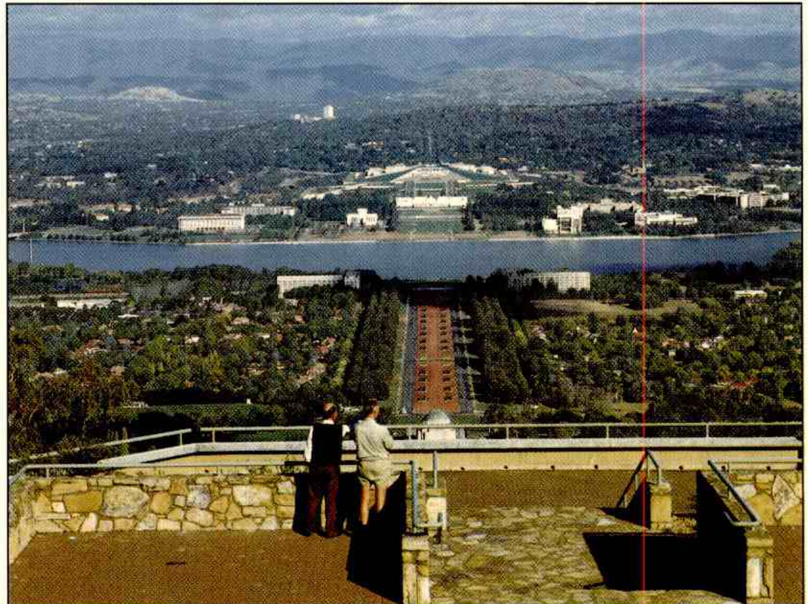
وَالدُّرُوسُ المُستَفَادَةُ فِى تَخْطِيطِ مَدِينَةٍ مُسْتَقْبَلِيَّةٍ قَدْ تَسْتَفِيدُ بِهَا مَدِينَةٌ مَوْجُودَةٌ بالْفِعْلِ . فَقَدْ تَبَنَّت لَنْدن خُطَّةً للامْتِدادِ المتحَكَّمِ فِيهِ ـــ خِلالَ الثَّلاثِينِيَّاتِ وَالأَرْبَعِينِيَّاتِ مِنْ هَذَا الْقَرْنِ ـــ الَّذى يُحَافِظُ عَلَى حِزَامٍ أَخْضَرَ اتِّسَاعُهُ ١٠ أَمْيالٍ مِنَ المُتنزَّهَاتِ حَوْلَ المَدِينَةِ . ورَغْمَ أَنَّ تعْدَادَ لَنْدن فى ١٩٩١ بلَغ حَوالى ٩,١ مِلْيُونَ نَسمَةٍ ، إلا أنَّ كَثافَتَها السُّكَّانِيَّةَ ١٠٤٢٩ فَرْدًا فِى الميلِ المرَبَّعِ ، وهو يَبْلُغُ $\frac{١}{٢٥}$ من الْكَثَافَةِ السُّكَّانِيَّةِ فِى هُونْج كُونْج .

مَكاتِبُ حُكُومِيَّةٌ	جامِعَاتٌ وَمُسْتَشْفَياتٌ ومَخازِنُ
مُتنزَّهَاتٌ	سُكْنَى
اسْتِخدام صناعى	

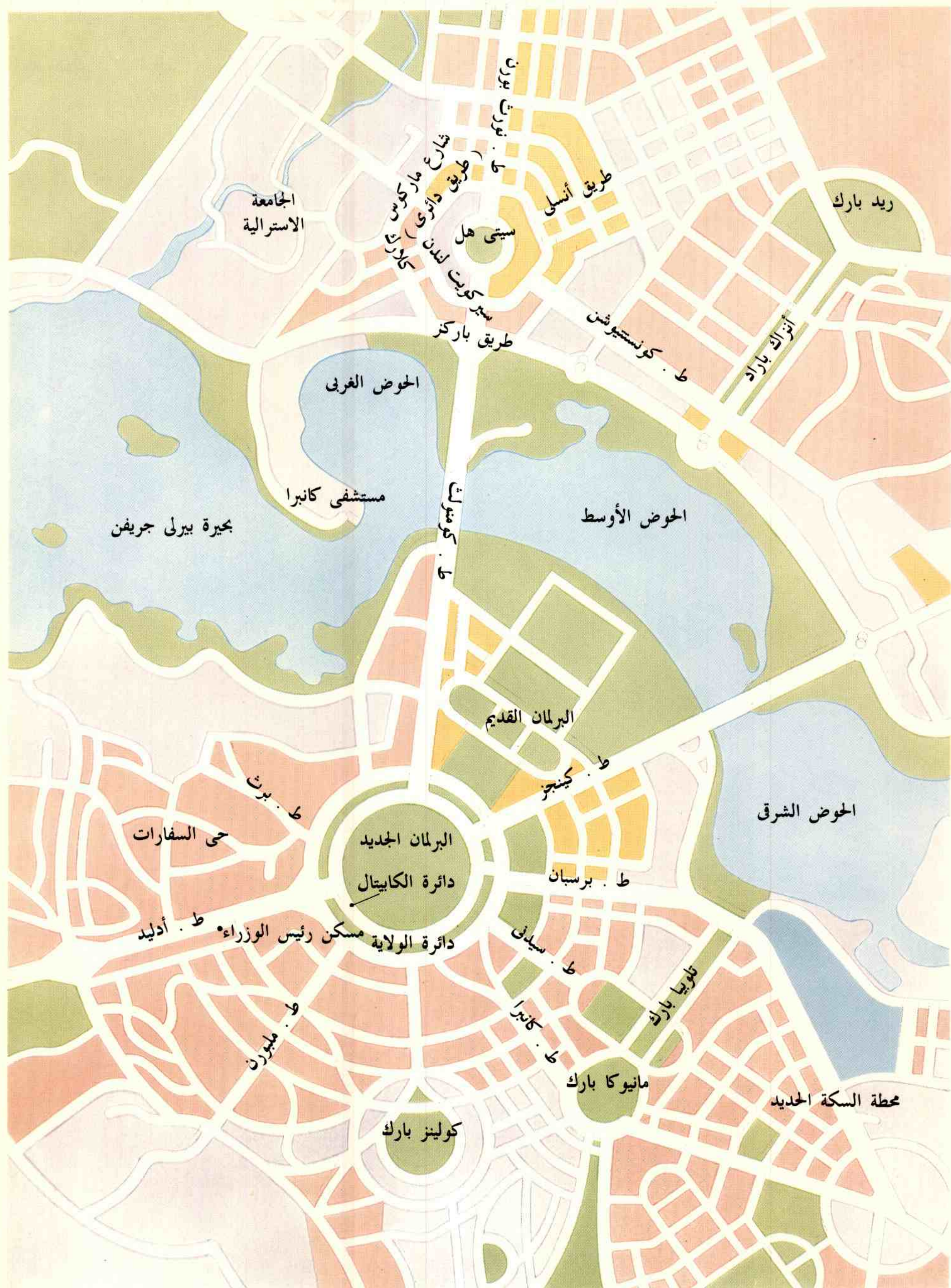
مَدِينَةٌ يُمْكِنُ إِعادَةُ النَّظَرِ فِيهَا

صَمَّمَ المُهَنْدِسُ المِعْمَارِىُّ والتربيرلى جريفن من شيكاغو ، مَدِينَةَ كَانْبرا ، وسُمِّيَتْ بِاسْمِه الْبُحَيْرَةُ الَّتى تَقْسِمُ هَذِهِ الْمَدِينَةَ إِلَى مِنْطَقَتَيْنِ . وتَتَجمَّعُ مُعْظَمُ الْمَبَانِى الحُكُومِيَّةِ فِى طَرِيقَى الْكُومِنْوِلْث وكِينْجز الرَّئِيسِيَّيْنِ . وتَتَوزَّعُ المسَاكِنُ والمدَارِسُ والجامِعَاتُ والأَحْيَاءُ التِّجَارِيَّةُ فِى جَمِيعِ أَنْحاءِ الْمَدِينَةِ . وتتكدَّسُ مَصَانِعُ كَانبرا فِى مِنْطَقَةٍ حَوْلَ مَحطَّةِ القِطَارِ جَنُوبَ الحَوْضِ الشَّرْقِى .

مَزَايَا التَّخْطِيطِ الْمُسْبَقِ .



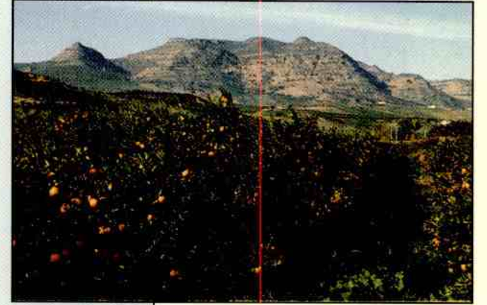
زَائِرَان عَلى ارْتِفاعِ ٢٧٦٢ قَدَمًا فَوْقَ جَبَلِ أنسلى ، يَمْسَحَانِ مَدِينَةَ كَانبرا المُخَطَّطَةَ . وتَحتَهُمَا مُبَاشَرَةً النُّصُبِ التِّذْكارِى الأَخضَرِ لِلْحَرْبِ الاسْتِرالِيَّةِ الأمْرِيكِيَّةِ ، وبَعْدَهُ طَرِيقٌ عَرِيضٌ يُسَمَّى أَنْزَاكَ بَارَاد يُؤَدِّى إِلَى الْبُحَيْرَةِ الصِّنَاعِيَّةِ بيرلى جريفن . وعَلى امْتِدادِ هَذَا الشَّارِعِ عَلَى الشَّاطِئِ الْبَعِيدِ لِلبُحَيْرةِ يُوجَدُ مَبْنَى الْبَرْلَمانِ القَدِيم ، وخَلْفَهُ مُبَاشَرَةً عَلَى قِمَّةِ هل كابيتال ، يُوجَدُ مَبْنَى الْبَرْلَمانِ الْجدِيدِ . ورَغْمَ أَنَّ تَعْدَادَ كَانبرا ٣٠٠٠٠٠ نسمة إِلَّا أَنَّ أَحَدَ المُشَاهِدِينَ لِلْمَدِينَةِ أَبْدَى مُلاحَظَتَهُ بِوُجُودِ مَسَافَاتٍ كَافِيَةٍ بَيْنَ المبَانِى الحَالِيَّةِ لِجعْلِهَا تَبْدُو كَحَرَمِ جَامِعَةٍ ضَخْمَةٍ بَدلًا مِنْ مَدِينَةٍ مُزْدَحِمَةٍ .



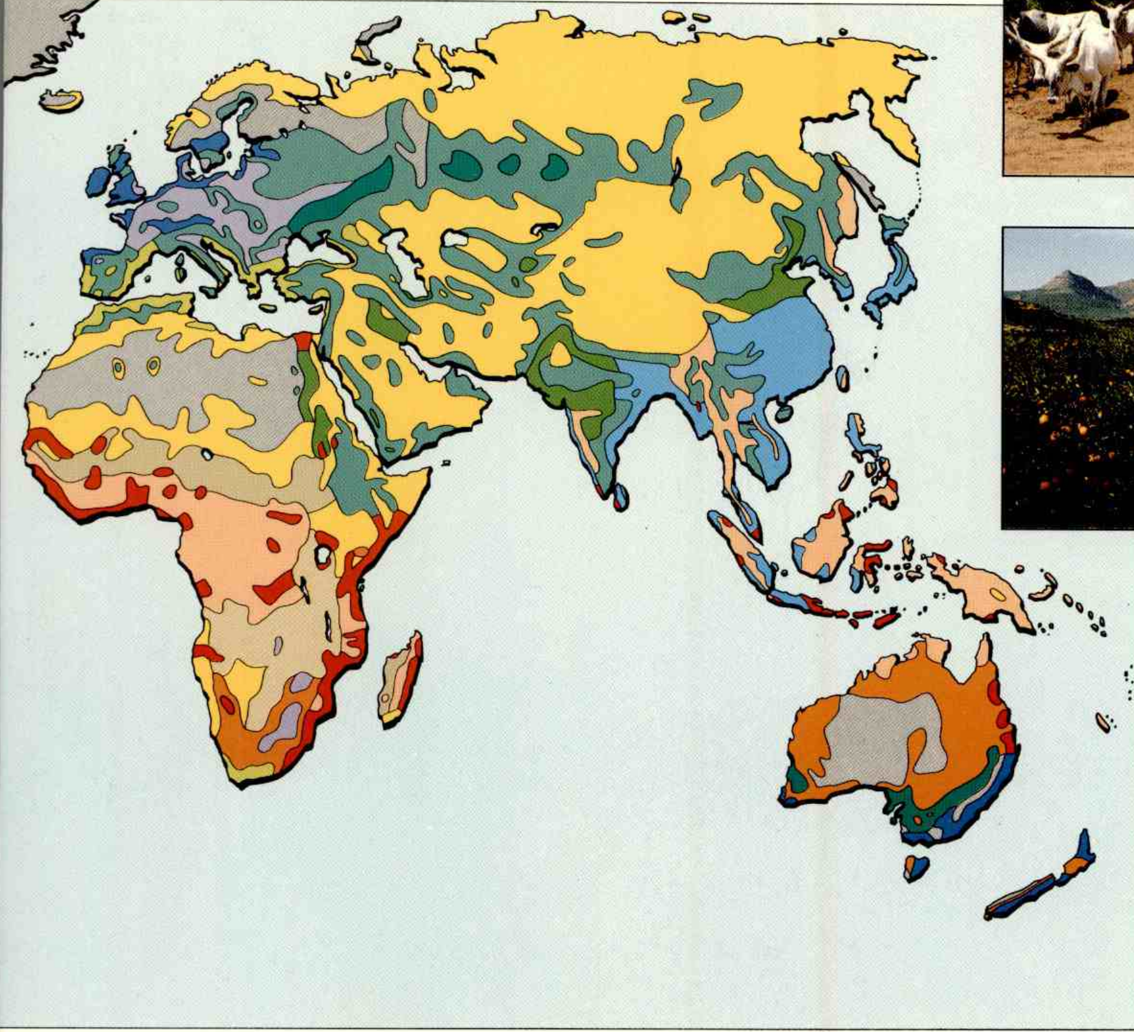
ط . نورث بورن
شارع ماركوس
(طريق دائرى)
كلارك
طريق أنسلى
الجامعة
الاسترالية
سيتى هل
سيركويت لندن
ريد بارك
طريق باركز
ط . كونستيتوشن
أنزاك باراد
الحوض الغربى
مستشفى كانبرا
بحيرة بيرلى جريفن
ط . كومنولث
الحوض الأوسط
البرلمان القديم
ط . كينجز
ط . برث
حى السفارات
البرلمان الجديد
دائرة الكابيتال
الحوض الشرقى
ط . برسبان
ط . أدليد
دائرة الولاية
مسكن رئيس الوزراء
ط . سيدنى
ط . كانبرا
تلوبا بارك
ط . ملبورن
مانيوكا بارك
محطة السكة الحديد
كولينز بارك

هَلْ تتشابهُ جَمِيعُ الْمزَارِعِ؟

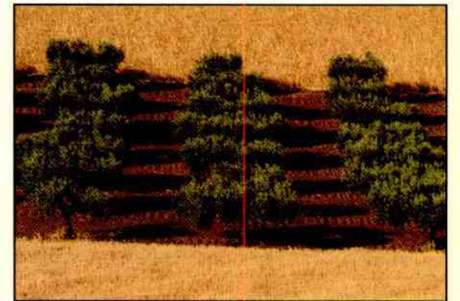




أَحَدُ رِجَالِ القَبَائِلِ (أعلى) يَقُودُ قَطِيعًا مِن الثِّيرَانِ عَبْرَ حَقْلٍ فِى السِّنْغَال . وتحتها تَظْهَرُ أَشْجَارُ بُرتُقَالٍ عَلَى سَفْحِ جَبَلٍ فِى مَلَقَة بأسْبَانيا .



زِرَاعَةٌ بستانية متخصِّصة	زِرَاعَةُ اكْتِفَاءٍ ذَاتِى مُخْتَلِطَةٌ	زِرَاعَةُ حُبُوب تِجَارِيَّةٌ	زِرَاعة علمية
زِرَاعَاتٌ أُخرى .	مَزَارِعُ أَلبَانٍ تجارية	زِرَاعَةٌ تِجَارِيَّةٌ مُخْتَلِطَةٌ	زراعة بحر مُتوَسِّطية



صُفُوفٌ مُنَظَّمَةٌ مِنْ أَشْجَارِ الزَّيْتُونِ تَسْتَقْبِلُ أَشِعَّةَ الشَّمْسِ عَلَى جَزِيرَةِ صقلِّيَّة فِى الْبَحْرِ المتَوَسِّطِ .



كَلْبُ حِرَاسَةِ الْأَغْنَامِ يُنَظِّمُ قَطِيعًا فِى اسْتُرالْيا التى بها ٢٠٪ مِن تَعْدَادِ أَغْنَامِ الْعَالَمِ الْبَالِغَةِ ١٥٠ مِلْيُونَ رأْسٍ . ومن الدُّوَلِ الَّتِى تُربِّى أَعْدَادًا كَبِيرةً من الْأَغْنَامِ لِلَّحْمِ والصُّوفِ : روسيا والصين ونيوزيلاندا والهند وتركيا .

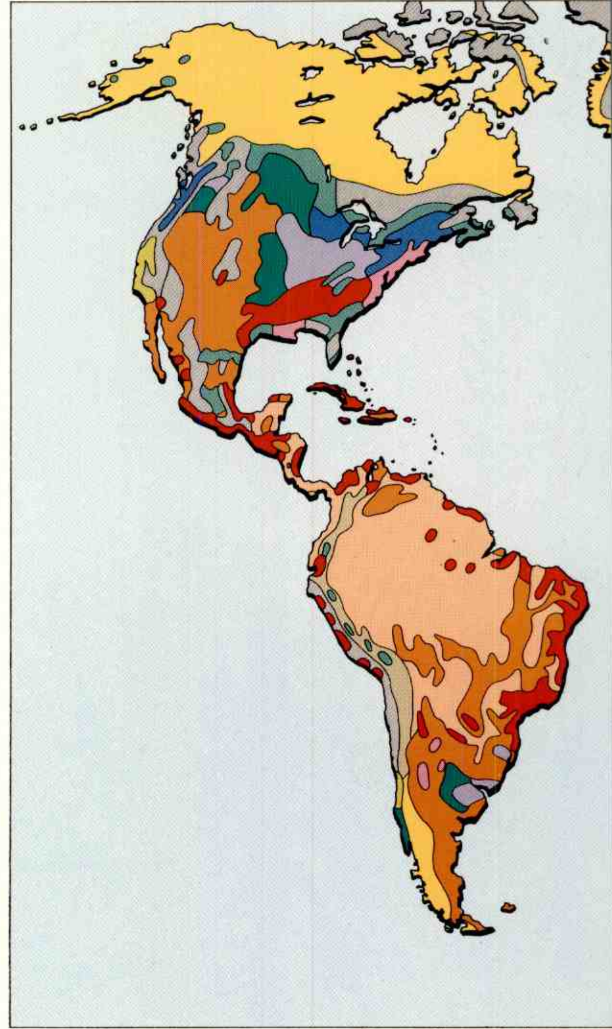


آلَةُ جَمْعِ الْقُطْنِ تَتَحَرَّكُ فِى أَحَدِ حُقُولِ مِيسُورى . وتَرتِيبُ دُوَلِ الْعَالَمِ الْمُنتِجَةِ لِلْقُطْنِ تَنَازُلِيًّا هِىَ الصِّينُ والوِلَايَاتُ المتحدة وروسيا والهند وباكستان .

تتوَقَّفُ الزِّرَاعَةُ فِي أَيِّ مِنطَقَةٍ عَلَى الْمُناخِ بِصِفَةٍ أَساسِيَّةٍ . فالمحاصِيلُ الَّتِي يَلْزَمُهَا كَمِّيَّاتٌ كَبِيرَةٌ مِن الْماءِ ـ مِثْلُ الْأُرْزِ والْفَواكِهِ كَالْمانْجو والمَوْز ـ تَنْمُو جَيِّدًا فِي المَناطِقِ المَدارِيَّةِ غَزِيرَةِ الْأَمْطَارِ . أَمَّا المحاصِيلُ الَّتِي تَحتاجُ مِياهًا أَقَلَّ مِثْلَ الْقَمْحِ والشَّعِيرِ والشِّيلَم والشُّوفان ـ فإنَّهَا تَزْدَهِرُ فِي المَناطِقِ المُعْتَدِلَةِ الأَكْثَرِ جَفافًا . والمحاصِيلُ الْجِذْرِيَّةُ مِثْلِ الْبَطاطِس يُمْكِنُهَا مُواصلةُ النُّمُوِّ فِي الجفافِ المؤَقَّتِ إِذَا اسْتَقرَّ هَذَا النُّمُوُّ . ويُؤَثِّرُ على نَجاحِ المحْصُولِ عَوامِلُ أُخْرَى مِنْها دَرَجةُ الحرارةِ بالمِنْطَقَةِ ، وجَوْدَةُ التُّرْبَةِ ، وطُولُ النَّهارِ ونَوْعُ الْأَرْضِ .

ومَلايينُ الْأَفْدِنَةِ الَّتِي تُحرَثُ الْيَومَ كَانَ يُعْتَقَدُ فِي يَوْمٍ ما أنها غيرُ صالحةٍ لِلزِّراعَةِ . ورُبَّمَا كانَتْ جافَّةً جدًّا ، أَوْ شَدِيدَةَ الانْحِدار ، أو فَقِيرَةَ التُّرْبَةِ فَلَمْ تَسْهُلْ زِراعَتُها . ولكِنْ باسْتِخْدامِ التَّقْنِيَّاتِ كالرَّيِّ وزِراعَةِ المَدْرجاتِ والتَّسْمِيدِ تَمَكَّنَ المزارِعُونَ المحلِّيُّونَ مِن تَحْوِيلِ هَذِهِ البِقاعِ القاحِلَةِ إِلَى حُقُولٍ غَنِيَّةٍ .

وفي عامِ ١٩٣٦ وضَعَ أَحَدُ أَساتِذَةِ الجغْرافيا فِي هارْفارد يُدْعَى ديرونت ويتلزى ، نِظامًا لِتَصْنِيفِ الْأَراضِي وفْقًا لِوَضْعِها الزِّراعِيِّ . وتَظْهَرُ مَناطِقُ ويتليزى الـ ١٣ في الخريطَةِ (يمين) ، وتُوَضِّحُ أَنْماطَ اسْتِخْدامِ الْأَراضِي فِي الْعالَمِ .



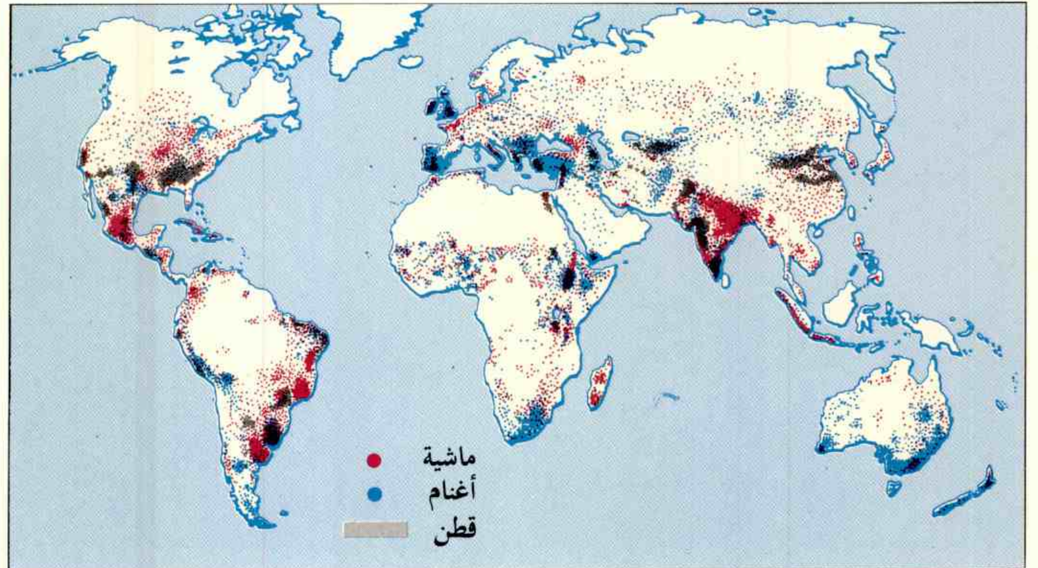
زِراعَةٌ مُسْتَقِرَّةٌ واسِعَةٌ
رَعْيٌ
زِراعَةُ أُرْزٍ للاكْتِفاءِ الذَّاتي
تَرْبِيَةُ المَواشي تجارِيًّا
اكتفاء ذاتي دون أرز
زِراعَةٌ مُتنَقِّلَةٌ

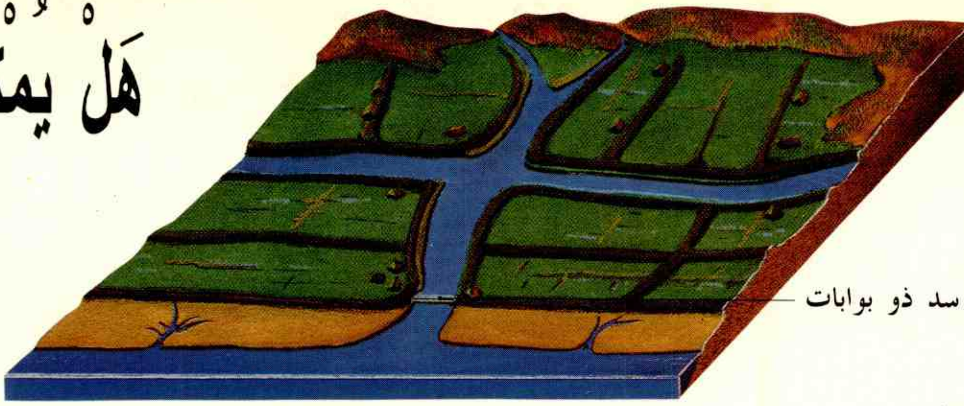
المَناطِقُ الزِّراعِيَّةُ فِي الْعالَمِ .
يظْهَرُ عَلَى الْخَرِيطَةِ تَقْسِيمُ ويتليزى لِلْأَراضِي الزِّراعِيَّةِ فِي الْعالَمِ . وقَدْ أَضافَتْ التَّقْنِيَّاتُ الحديثَةُ بَعْضَ مِساحاتِ الْأَرْضِ الصَّالِحةِ لِبَعْضِ أَنْواعِ الزِّراعَةِ .

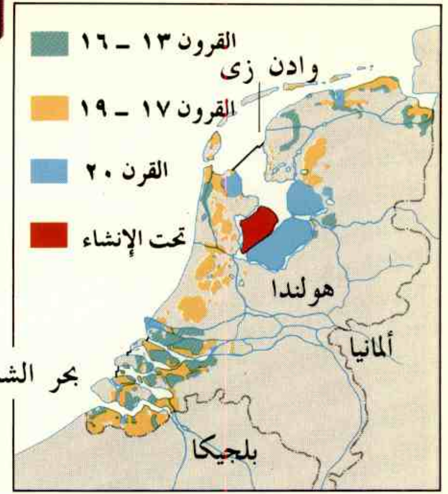
ماشِيَةٌ تَنْتَظِرُ تَصْدِيرَها فِي أَحَدِ الْأَفْنِيَةِ المؤَقَّتَةِ فِي الْغَرْبِ الْأَوْسَطِ . يُرَبَّى فِي العالَمِ أَكْثَرُ من ١,٣ بليونَ رأسِ ماشِيَةٍ .



وأَكْبَرُ البِلادِ تَرْبِيَةً لِلْماشِيَةِ هِي البرازِيلُ والوِلاياتُ المتَّحِدَةُ وروسيا والصين والهند والأرجنتين .



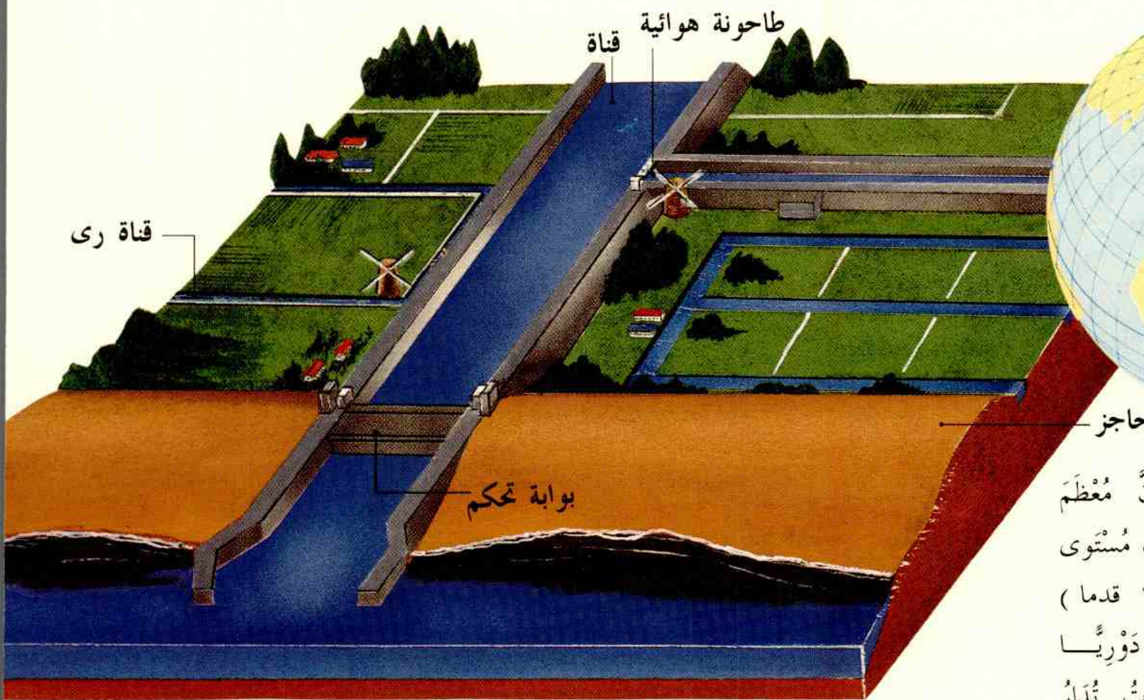


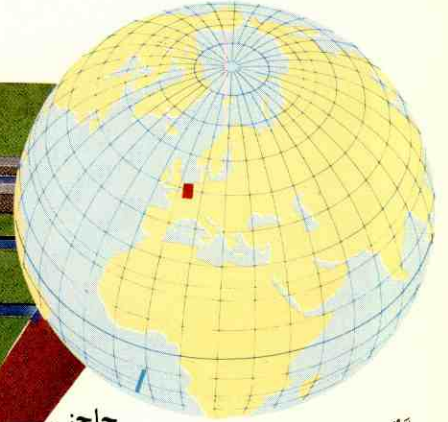


كَبْحُ الْمَدِّ

لِمَنْعِ الفَيضَانِ أثْنَاء العَواصِفِ الشَّدِيدَةِ أو المَدِّ المُرْتَفِعِ غَيرِ الْعَادِيِّ ، شُيِّدَتْ السُّدُودُ بِعَرْضِ مَداخِلِ المِيَاهِ إلَى الْأَرَاضِى .

١٩٪ من الْأَرَاضِى الْحَالِيَّةِ لهولندا ، هِىَ أَرَاضٍ أُسْتُرِدَّتْ مِن الْبَحْرِ .





جَافَّةٌ دَائِمًا .

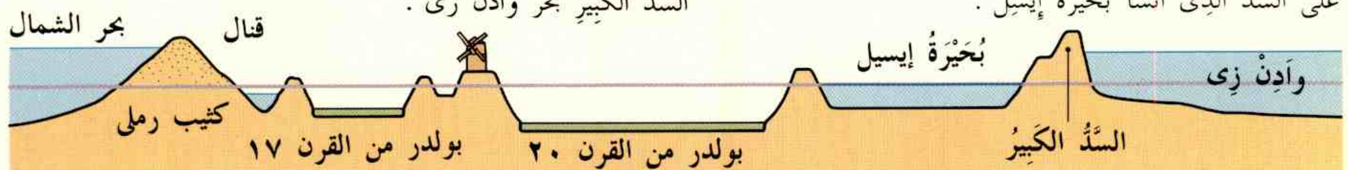
رَغْم حِمَايَتِهَا بِالحَواجِزِ ، فَإنَّ مُعْظَمَ أَرَاضِى هُولَنْدا المسْتَرَدَّةِ تَقَعُ تحتَ مُسْتوى سَطْحِ البَحْرِ (حتى عمق ٢٢ قدما) ويَجِبُ تَصْرِيفُ مِيَاهِهَا دَوْرِيًّا بِالمِضَخَّاتِ . وكانَت المِضَخَّاتُ تُدَارُ بِالطَّواحِينِ الْهَوائِيَّةِ ، أَمَّا الْيَوْمَ فَمُعظَمُهَا تُدارُ بِالكَهْرَبَاءِ .

الْمَنْظَرُ الْجانِبِىُّ لِلْأَرَاضِى الْمنْخفِضَةِ

(أسفل) قِطَاعٌ فِى الْأَرَاضِى الْمنْخَفِضَةِ الشَّمَالِيَّةِ يُظْهِرُ الْأَنْوَاعَ المخْتَلِفَةَ لِلْأَرَاضِى المسْتَصْلَحَةِ ، والمُسَمَّاةِ الْبُولْدَرات . (الْبُولْدَر هُوَ وَحْدَةُ أَرْضٍ مُسْتَصْلَحَةٌ) ومُعْظَمُ الْبُولْدُرَاتِ الْأُولَى تَصْرِيفُهَا ضَعِيفٌ ، وتُسْتَخْدَمُ الْيَوْمَ كَمزَارِعِ أَلْبَانٍ . أَمَّا الْبُولْدَرَاتُ الحَدِيثَةُ فَتَزْرَعُ بِالمَحَاصِيلِ المخْتَلِفَةِ . وقَدْ نَشَأَتْ بُحَيْرةُ إيسيل مِنْ إنْشَاءِ سَدِّ بَحْرِ ذويدرزى ، وتَبْلُغُ مِسَاحَتُهَا ٣٠٠,٠٠٠ فَدَّانٍ مِن الْمَاءِ . ويقَعُ شَمَالَ السَّدِّ الكَبِيرِ بحر وادن زى .



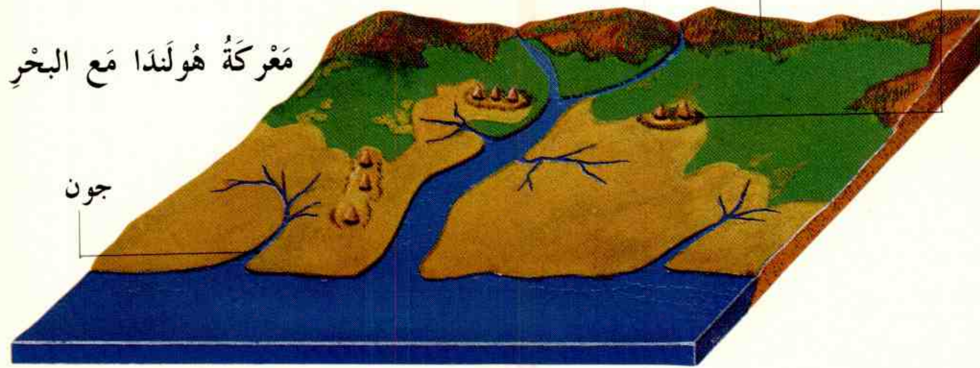
تُشَقُّ الطُّرُقُ فَوْقَ كَثِيرٍ مِن الْحَواجِزِ ، وأَعْلَى يَظْهَرُ طَرِيقٌ عَلَى السَّدِّ الَّذِى أَنْشَأَ بُحَيْرَةَ إيسِل .



حِمايةُ الْيَابِسةِ مِنْ غزْوِ الْبحْرِ؟

يُعانى سُكَّانُ الْأَرَاضِى الْوَاطِئَةِ مِنْ نَقصِ الْأَرْضِ حَيْثُ يَعيشُ ١٥ مِلْيُونًا مِن الْبَشرِ فِى مِسَاحَةٍ تَبْلُغُ نِصْفَ فرجينيا الْغَرْبيَّة . وعَبْرَ قُرُونٍ مِن الجُهُودِ الهَنْدسيَّةِ المُخْلصَةِ ، تمكَّنَ الْهُولَنْديُّونَ مِن اسْتِرْدَادِ حَوالَى ٢ مِلْيون فَدَّانٍ كَانَ البَحْرُ قَدْ غمَرهَا .

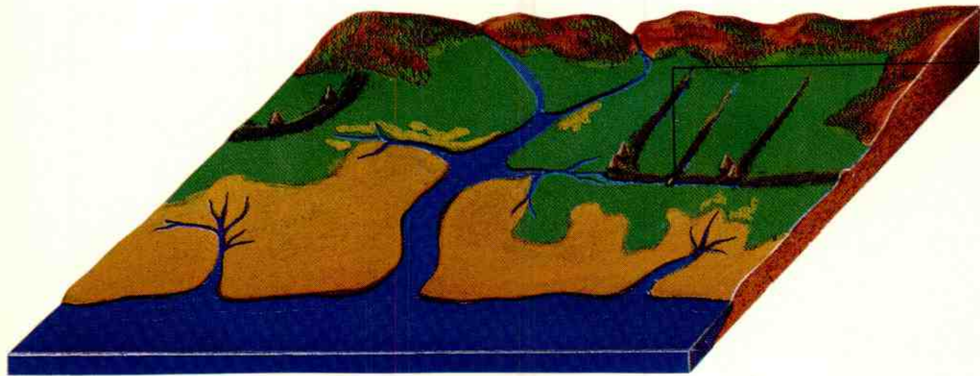
فمُنذُ حَوالَى ٤٥٠ ق . م . بَدأَ السُّكَّانُ الْأَوَائِلُ فِى بِنَاءِ تِلَالٍ صَغِيرَةٍ سُمِّيتْ مَوَانِعَ ، لِتحْفَظَ مَزَارِعَهُمْ فَوْقَ مُسْتَوَى الْمَدِّ الْأَعْلَى وَالفَيَضَانَاتِ الَّتِى كَانَتْ تغْمُرُ الْأَرَاضِىَ دَوْرِيًّا . وفِى الْقَرْنِ ١٢ ، بَدأَ المُزارِعُونَ يُوَصِّلُونَ المَوَانِعَ بِحَوَائِلَ تَصُدُّ المِيَاهَ ، سُمِّيَتْ الْحَواجز . وَالمِنْطَقَةُ الَّتِى يُطَوِّقُهَا حَاجِزٌ ، يُمكِنُ تَصْرِيفُ مِيَاهِهَا بِقَنَوَاتٍ أَوْ بِمِضَخَّاتٍ تُدِيرُهَا طَوَاحِينُ هَوَائِيَّةٌ . وعِنْدَمَا تَرَاجَعَتْ مِيَاهُ البَحْرِ ، تَكَشَّفَتْ أَرَاضٍ صَالِحَةٌ لِلزِّرَاعَةِ . وبَلَغ بِنَاءُ الحَواجزِ فِى هُولَندا عَصْرَهُ الذَّهَبِىَّ عام ١٩٣٢ ، عِندَمَا أَكْمَلت الحكُومَةُ سَدًّا طُولُهُ ١٩ مِيلًا بِعَرْضِ مَدخل بحر زويدرزى ، فَزَادَتْ مِسَاحَةُ أَرْضِ البِلَادِ بِمِقْدَارِ ٦٢٦ مِيلًا مُرَبَّعًا أو مَا يُعَادِلُ ٥٪ تَقْرِيبًا .



مَعْرَكَةُ هُولَنْدا مَع البحرِ

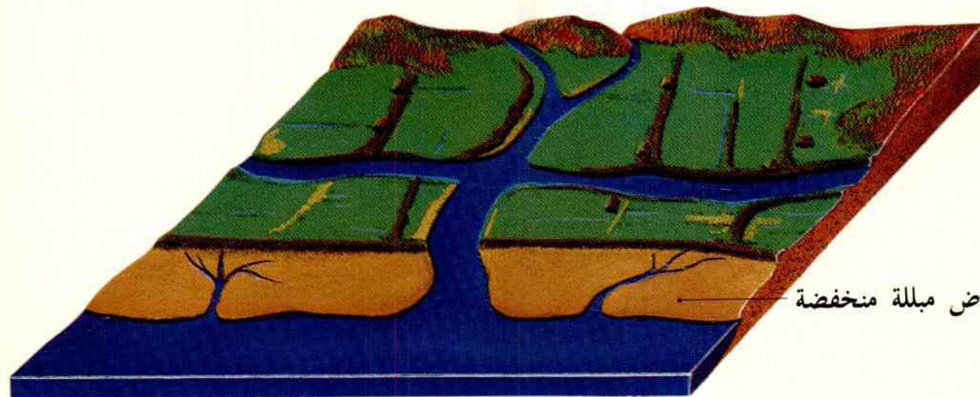
اتِّخاذُ الخُطْوَةِ الْأُولَى

بَنَى سُكَّانُ الْأَرَاضِى المُنْخَفِضَةِ الْأَوَائِلُ — الفريزيان — تِلَالًا تُرَابِيَّةً سُمِّيَتْ المَوَانِعَ بِحَيْثُ ظَلَّتْ جَافَّةً لِارْتِفَاعِهَا عَنْ مُسْتَوَى فَيَضَانِ المِيَاهِ . واتَّسَعَتْ هَذِهِ المَوانِعُ تَدْرِيجيًّا ، لِتَحْمِى مِسَاحَاتٍ أَكْبَر .



بِناءُ الحَوَاجِزِ .

ثُمَّ بُنِيَتْ المَتَارِيسُ لِتَصِلَ بَيْنَ المَوَانِعِ — فتكوَّنَت الحَواجِزُ . وكَانَ المَزَارِعُونَ يُصَرِّفُونَ الْمِيَاهَ فِى الْأَرَاضِى المحَاطَةِ بِالْحَواجِزِ . فَعِنْدَ حُدُوثِ الجَزْرِ تُفْتَحُ فُتْحَاتُ التَّصْرِيفِ (أَوْ بَوَّابَاتُ التَّحَكُّمِ — بَعْدَ ذَلِكَ) لِلتَّخَلُّصِ مِنْ أَىِّ مِيَاهٍ أَثَّرَتْ عَلى الحَواجِزِ خِلَالَ الْمَدِّ المُرْتَفِعِ .



تَوْجِيهُ الْمِيَاهِ الدَّاخِلِيَّةِ

تَرَسَّبَت الرَّوَاسِبُ فِى المِيَاهِ بَيْنَ الحَوَاجِزِ ، وتَكَوَّنَتْ مُسْتَنْقَعَاتٌ . فَبُنِيَت حَوَاجِزُ أُخْرَى لِتَعْزِلَ المُسْتَنْقَعَاتِ ، ثُمَّ صُرِفَتْ الْمِيَاهُ مِنْهَا . وتَحَرَّكَتْ الْمِيَاهُ فِى الْأَرَاضِى الدَّاخِلِيَّةِ خِلَالَ قَنَوَاتٍ وَسْطَ الحَوَاجِزِ .

مَا هِيَ

تَنْمِيَةُ نَهْرِ كُولُومْبِيَا
تَنْمِيَةُ نَهْرِ مِيسُورِى
تَنْمِيَةُ نَهْرِ كُلُورَادُو
تَنْمِيَةُ نَهْرِ تِنِيسى
وِلَايَةُ كَالِيفُورْنيا
زويدر زى
سيبريا
النهر الأصفر
وادى نهر الفولجا — دون
قَنَاةُ كَارَا كُومُسكى
وَادِى نَهْرِ هُوى
وَادِى نَهْرِ النِّيل
وَادِى نَهْرِ مِيكُونْج
وادى نهر فولتا
وَادِى نَهْرِ دَامُودَار
حَوْض الْأَمَازُون
خطٌّ حَدِيدِىٌّ تَانْزَام (تانزانيا — زامبيا)
وَادِى نَهْرِ زَامْبِيزى
وَادِى نَهْرِ لَابْلَاتَا
جبال سنووى

مَشْرُوعَاتٌ نَهْرِيَّةٌ فِى الْعَالَمِ

غَيَّرَتْ دُوَلٌ كَثِيرَةٌ المجْرَى الطَّبِيعِىَّ لِأَنْهَارِهَا الكَبِيـرَةِ. وتَهْدُفُ هَذِهِ الْمَشْرُوعَاتُ إِلَى التَّحَكُّمِ فِى الْفَيَضَانِ، أو الْمَاءِ اللَّازِمِ لِلرَّىِّ، أَوْ تَعْمِيقِ قَنَوَاتِ الْمِلَاحَةِ النَّهْرِيَّـةِ، أَوْ إِقَامَـةِ مَحَطَّاتِ قُوَى كَهْرُومَائِيَّةٍ.

الممر المائى إلى باديوكاه ●
٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩
٣٣٣ ٤١٧ ٤٤٣ ٥٦٢ ٦٩٤ ٧٥٨ ٨٥٣ ٩٦٩ كم

سدنوريس
سَدُّ فُونْتَانَا

١	سَدُّ كِنْتَاكِى
٢	سَدُّ بِيكْوِيك لَانْدِنْج
٣	سَدُّ وِلْسُون
٤	سَدُّ هُويلر
٥	سَدُّ جنترزفيل
٦	سَدُّ نِيكَاجَاك
٧	سَدُّ تِشِيكَاجَا
٨	سَدُّ واتس بار
٩	سَدُّ فورْت لودن

سد كهر — مائى
مَحَطَّةُ قوى كَهْرُو حَرَارِيَّة
مَحَطَّةُ قُوَى نَوَوِيَّةٌ

هَيْئَةُ وَادِى تنيسى ؟

فِى عَامِ ١٩٣٣ أَنْشأَ الكُونْجرس الأَمْرِيكى هَيْئَةَ وَادِى تنيسى (تى . فى . إى) وأَسْنَدَ إِلَيْهَا مُهِمَّةَ تَنْمِيَةِ المصادِرِ الطَّبِيعِيَّةِ لِوَادِى نَهْر تِنسى . ومُنْذُ ذَلِكَ الْحِينِ ، شَيَّدَتْ هَذِهِ الْهَيْئَةُ ٣٩ سَدًّا ، ومحَطَّتَيْنِ نَوَوِيتَيْنِ لِلْقُوى الكَهْرَبِيَّةِ ، و١١ محطَّةً كَهْرَبِيَّةً بِالْفَحْمِ على طُولِ نَهْرِ تِنسى وروَافِده . وَنتيجَةً لِذَلِكَ ، فَإِنَّ مَشَارِيعَ هَذِهِ الْهَيْئَةِ غَطَّتْ بِأَكْثَرَ من ١٠٠ بِلْيُونِ كيلووات سَاعَة مِنَ الكَهْرَباء ، مِسَاحَةً تَبْلُغُ ٨٠٠٠٠ مَيلٍ مُرَبَّعٍ ، وتَشْمَلُ سَبْعَ وِلَايَاتٍ هِى تِنيسى وكنتاكى وفرجينيا ونُورْث كارولينا وجورجيا وألاباما والميسيسبى .

وقَدْ حَوَّلَتْ هَذِهِ السُّدُودُ النَّهْرَ إِلَى سِلْسِلَةٍ مِن الْبُحَيْرَاتِ فِى مَسَافَةِ ٦٥٠ مِيلًا ، بَيْنَ باديوكاه بكنتاكى ، حتى نوكس فيل بتنيسى . وأَكْبَرُهَا بُحَيْرَةُ كنتاكى الَّتِى يَبْلُغُ طُولُهَا ١٨٥ ميلا . وتَتَّصِلُ البحَيْرَاتُ بِنظَامٍ مِنَ الْأَهْوِسَة . ولِهَذَا فَإِنَّ الطَّرِيقَ الْمَائىَّ كُلَّهُ صَالِحٌ لِلْملَاحَةِ بِوَاسِطَةِ الصَّنَادِلِ بِإِزَاحَةٍ عُلْوِيَّةٍ حَتَّى ٩ أَقْدَامٍ . وقَدْ تَمَّ الاسْتِفَادَةُ مِن التَّجْرِبَةِ النَّاجِحَةِ لِلْهَيْئَةِ فِى إِنْتَاجِ طَاقَةٍ كَهْرَبِيَّةٍ رَخِيصَةٍ لمِسَاحَةٍ كَبِيرَةٍ ، فِى مَنَاطِقَ أُخْرَى أَهَمُّهَا وَادِيَى نهرى كلورادو ، وكولومبيا . وأَشْهَرُ الْمَشْرُوعَاتِ على أَنْهَارِ الدُّوَلِ الْأُخْرَى هِى : عَلَى نَهْرِ الميكونج فِى جَنُوبِ شَرْقِ آسْيَا ، ونَهْرِ الداموادار فِى الْهِنْدِ ، ونَهْرِ النِّيلِ فِى مِصْرَ .

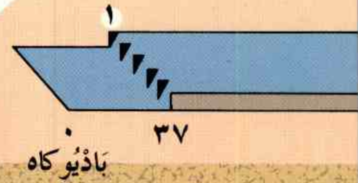


يرتَفِعُ سَدُّ نُورِيس ٢٦٥ قَدَمًا فَوْقَ نَهْرِ كَلَنْش فِى تِنِيسى ، وَهُوَ أَوَّلُ سَدٍّ كَهْرَبِىٍّ مَائِىٍّ .

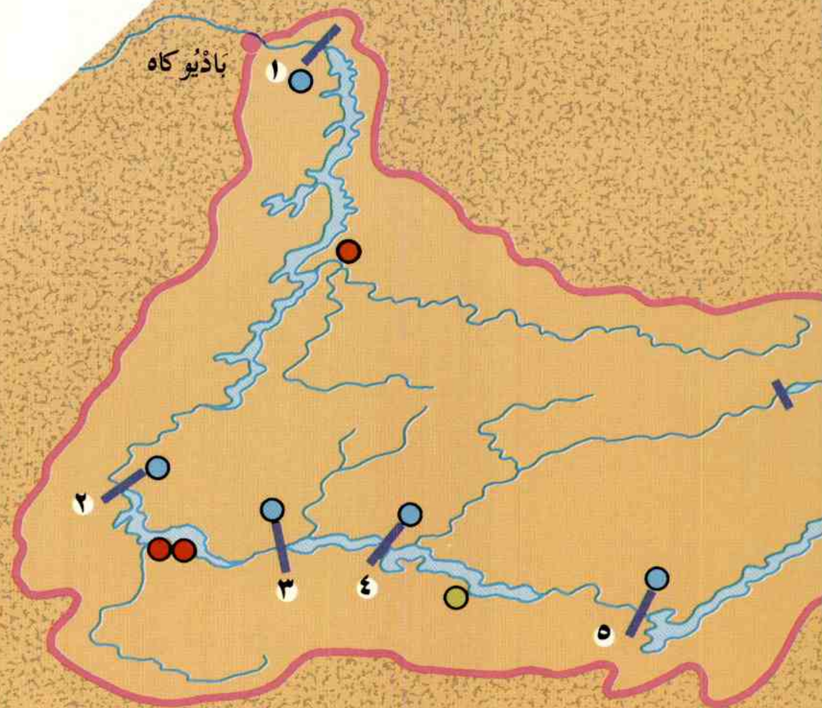


أُقِيمَتْ محطَّةُ سَدِّ فُونْتَانَا لِلْقُوَى الْكَهْرَبِيَّةِ (فوق) بِجوَارِ نَهْرِ تِنِيسى الصَّغِيرِ فِى نُورْث كَارُولِينا .

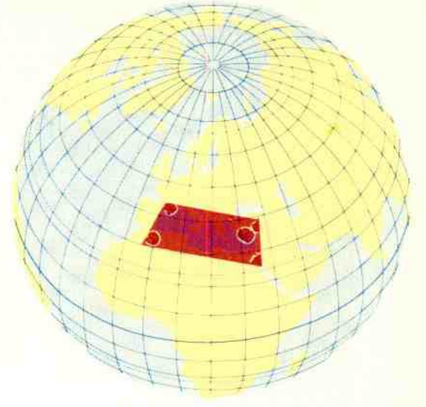




مِنْطَقَةُ نُفُوذِ الْهَيْئَةِ



أَيْنَ يَنْمُو الْعِنَبُ وَالزَّيْتُونُ ؟





حِزَامُ الضَّغْطِ الْمُرْتَفِعِ القُطْبِى

تيار نفاث — الرِّيَاحُ الشَّرْقِيَّةُ القُطْبِيَّةُ

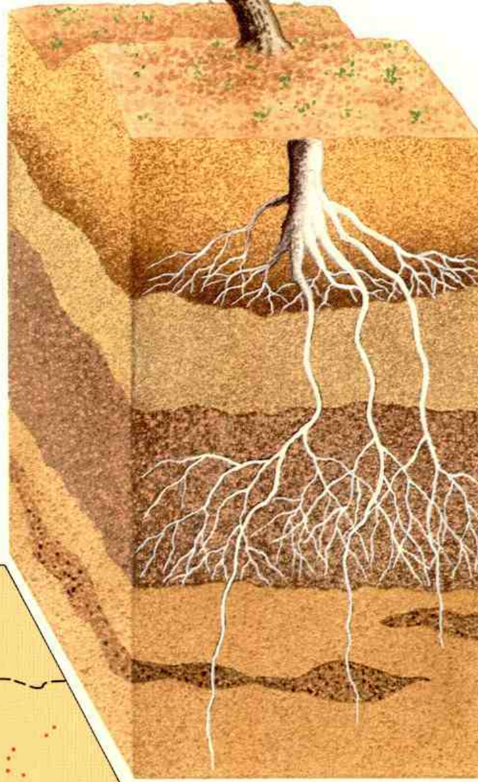
حِزَامُ الضَّغْطِ المنْخفِض شِبْهِ القُطْبِى

مِنْطَقَةُ الضَّغْطِ الْمُرْتَفِعِ

فِى الْعُرُوضِ الْوُسْطَى — رياح غربية

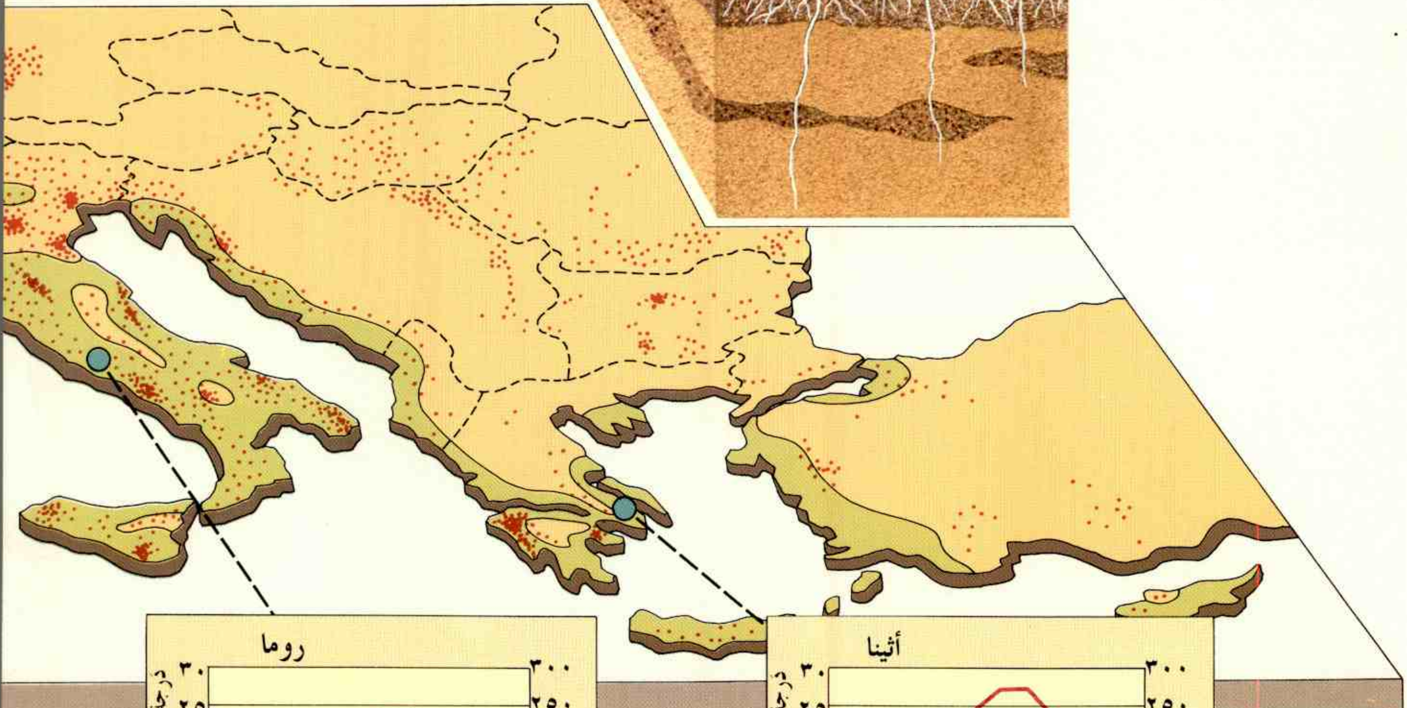
رِيَاحٌ تِجَارِيَّةٌ شَمَالِيَّةٌ شَرْقِيَّةٌ

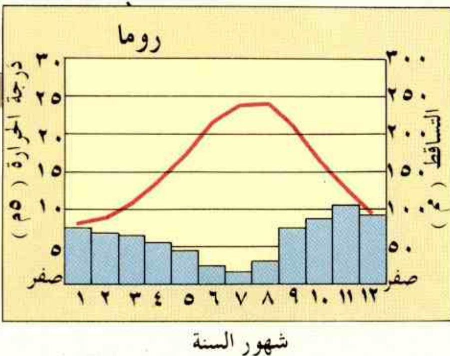
نِطَاقُ الضَّغْطِ المنْخفِضِ الاِسْتِوَائى

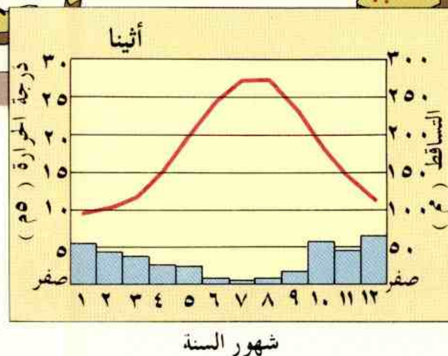


سارِقو الْماءِ .

تعِيشُ كَرْمَةُ العِنَبِ فِى المَناطِقِ الَّتى لَايتوافرُ فِيهَا الْماءُ طُولَ الْعامِ . فَجُذُورُهَا تتعَمَّقُ فِى التُّرْبَةِ باحِثَةً عَنِ الْمِيَاهِ ، وتتَجاوَزُ طَبَقَاتِ التُّرْبَةِ الْجافَّةِ . وبِمُجَرَّدِ عُثُورِهَا على طَبَقَةٍ رَطْبَةٍ تَمْتَدُّ جُذُورهَا بزَوائِدِهَا الشَّعْرِيَّةِ لتَمْتَصَّ الْماءَ بِأَمْلاحِهِ الغَنِيَّةِ .







المحَاصِيلُ وَالطَّقسُ

يَسُودُ سَوَاحِلَ البَحْرِ المتَوَسِّطِ فِى الصَّيْفِ ، مِنْطَقَةُ ضَغْطٍ مُرْتَفعٍ تَحْفَظُ المِنْطَقَةَ دَافِئَةً جَافَّةً . وعَلَى الْعَكْسِ فِى الشِّتَاءِ ، تَهُبُّ رِيَاحُ الضَّغْطِ المنْخَفِضِ مِن الْغَرْبِ حَامِلَةً الْأَمْطَارَ . وتَزْدَهِرُ كَرْمَاتُ العِنَبِ وأَشْجَارُ الزَّيْتُونِ فِى هَذِهِ الظُّرُوفِ .

يُنْتجُ الْعِنَبُ والزَّيتُونُ بوَفْرَةٍ فِى جَمِيع دُوَلِ الْبَحْرِ المتَوسِّطِ . فَقَدْ زُرِعَت الْأَشْجَارُ والكَرْمَاتُ منذ ٣٠٠٠ ق.م. عَلى الْأَقَلِّ لِأَنَّ مُنَاخَ البَحْرِ المتَوسِّطِ مِثالِىٌّ بِالنِّسْبَة لَهَا .

ومَعَ أَنَ حَوْضَ البَحْرِ المتَوسِّطِ يَمتَازُ بمُنَاخٍ مُعْتَدِلٍ ، وشِتَاءٍ رَطْبٍ ، إِلَّا أَنَّهُ مَعْرُوفٌ أَيْضًا بِصَيْفِهِ الْجَافِّ الْحارِّ . والنَّبَاتَاتُ الَّتِى تَزْدَهِرُ فِى هَذِهِ البِيئَةِ يَجِبُ أَنْ تَتحمَّلَ نَوبَاتٍ مِن الجفَافِ حَتَّى يَعُودَ مَوْسِمُ الْمَطرِ . وهَذَا مُنَاسِبٌ لِأَشْجَارِ الزَّيْتُونِ الَّتى تُفضِّلُ الْبِيئَةَ الجَافَّةَ . وكَرْمَاتُ العِنَبِ أَيْضًا يُمْكِنُها التكَيُّفُ مَعَ نَقصِ مُعَدَّلِ التَّسَاقُطِ ، فَجذُورُهَا تَتعمَّق كَثِيرًا فِى التُّربَةِ ، كَمَا أَنَّها تَمْتَدُّ حتى طُولِ ١٠٠ قَدمٍ .

مُنَاخُ تَنْدُرَا قطبى

مُنَاخٌ شِبْهُ قُطْبِىٍّ رَطب

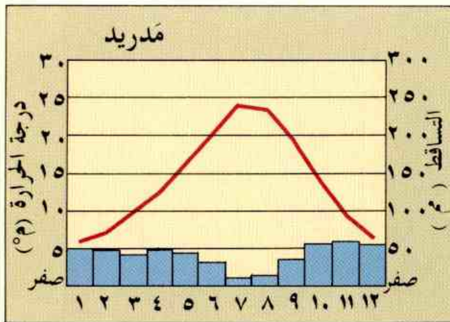
مُنَاخٌ سَاحِلِىٌّ غربى

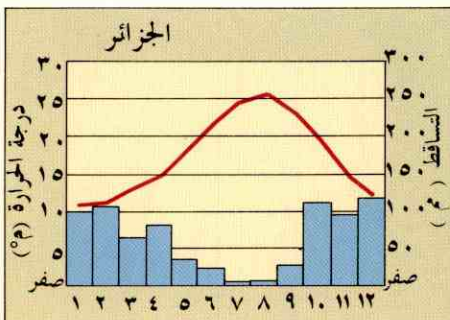
مُنَاخُ بَحْرٍ مُتوَسِّطٍ

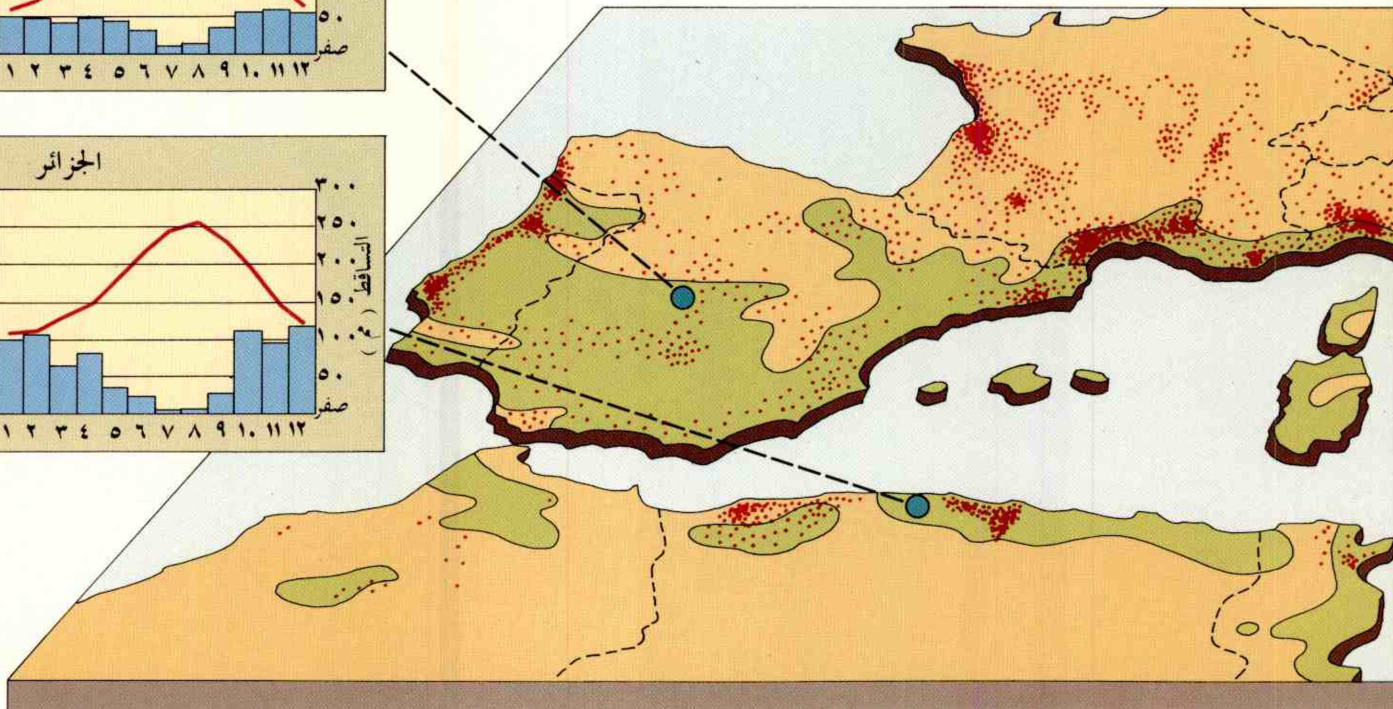
مُنَاخٌ صَحْرَاوِىٌّ

مناخ استبس ، أراضٍ جافة

مُنَاخُ غَابَاتٍ مَدارِيَّةٍ مَطِيرةٍ









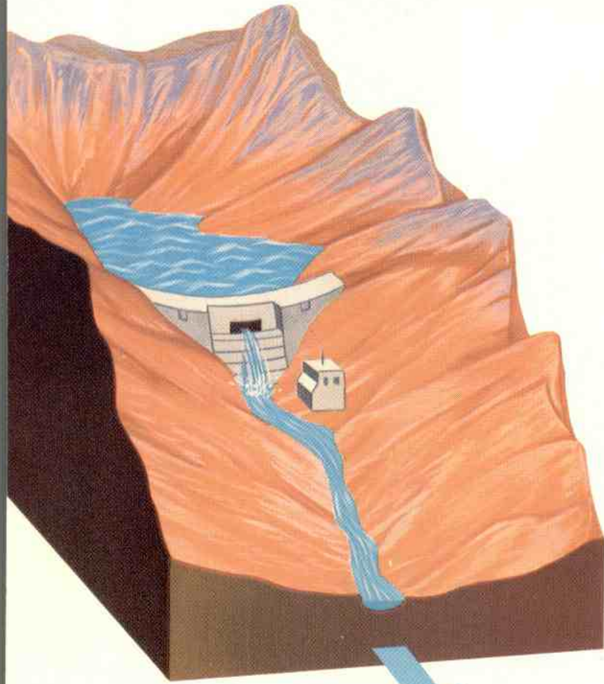
زراعة زيتون

زراعة عنب

حَوْضٌ عَامِرٌ بالفَاكِهَةِ

يَأْتِى ٩٤٪ مِنْ مَحْصُولِ الزَّيْتُونِ فِى الْعَالَمِ مِنْ سِتِّ دُوَلِ بَحْرٍ مُتَوسِّطِيَّةٍ هى : أسبانيا وإيطاليا واليونان والبرتغال وتونس وتركيا . وكَمَا يَظْهَرُ فِى الْخَرِيطَةِ فَإِنَّ بَسَاتِينَ الزَّيْتُونِ تَتجمَّعُ قَرِيبًا مِن السَّاحِلِ ، أَمَّا الْعِنَبُ فيُمْكِنُ زِرَاعَتُهُ شَمَالًا حَتَّى أَلمانيا . وتُنْتِجُ أُورُوبَّا ٧٥٪ مِنْ مَحْصُول الْعِنَبِ فِى الْعَالَمِ .

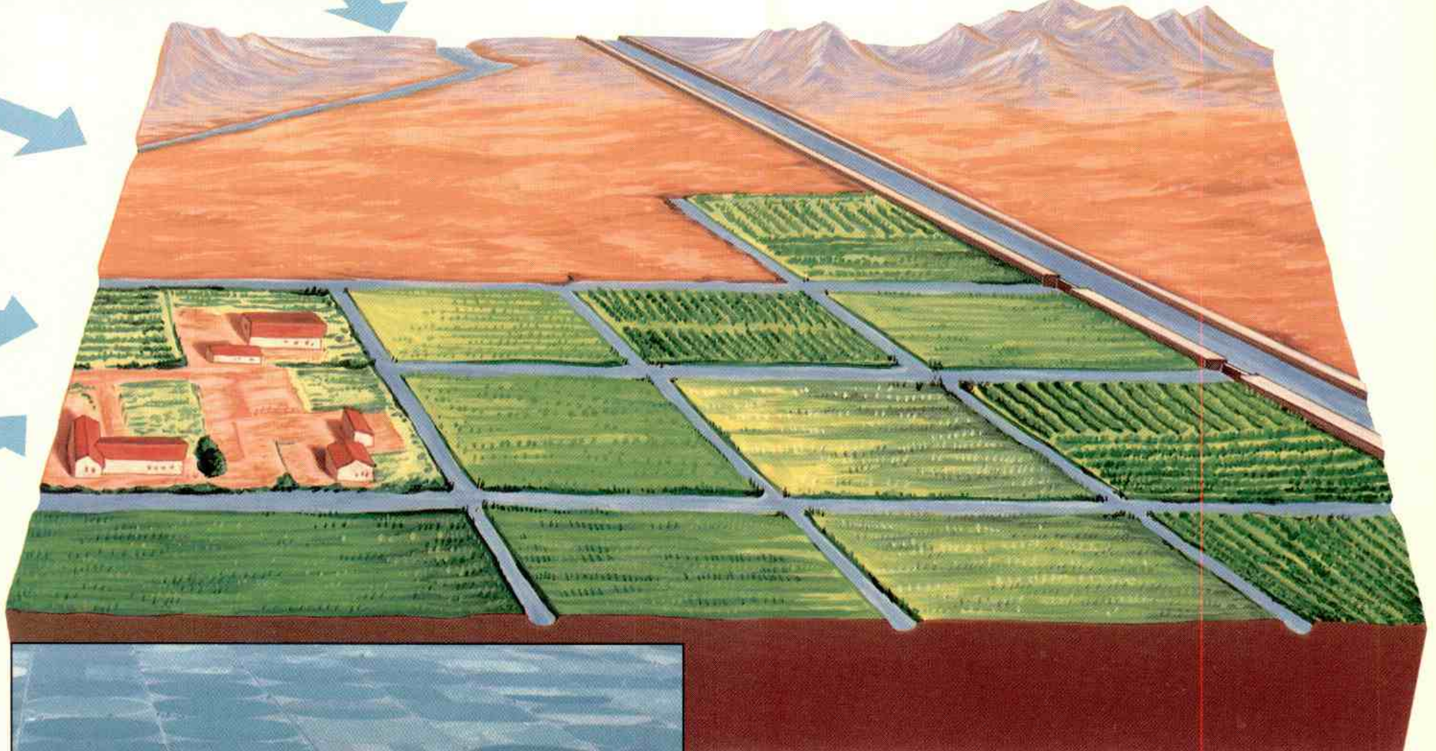
هَلْ يُمْكِنُ زِرَاعَةُ الْأَرْضِ الْجَدْبَاءِ (الْجَافَّةِ) ؟



ابتَكَرَ المُزَارِعُونَ نِظَامَيْنِ لِزِرَاعَةِ المحَاصِيلِ على الْأَرَاضِى قَلِيلَةِ الْأَمْطَارِ. ويُسَمَّى الْأَوَّلُ الزِّرَاعَةَ الْجافَّةَ، فتُزْرَعُ المحَاصِيلُ عَلَى نِصْفِ مِسَاحَةِ الْأَرْضِ، ويُحْرَثُ النِّصْفُ الآخَرُ حَرْثًا عَمِيقًا قَبْلَ مَوْسِمِ المَطَرِ، ويُراحُ دُونَ زِرَاعَةٍ حَتَّى إِذَا هَطَلَ المطَرُ تَسَرَّبَ فِى التُّرْبَةِ ولَمْ يتَبَخَّرْ. وَبَعْدَ عَامٍ كَامِلٍ مِن امْتِصَاصِ الْمَاءِ الْغَالِى، يُزْرَعُ النِّصْفُ المُرَاحُ بِالمحَاصِيلِ، بَيْنَمَا تُحْصَدُ مَحَاصِيلُ النِّصْفِ الآخَرِ، ثُمَّ يُراحُ.

والنِّظَامُ الثَّانِى هُوَ الرَّىُّ أَوْ شَقُّ قَنواتِ المِيَاهِ مِنْ مَصَادِرِهِ الْوَفِيرَةِ إِلَى الحقُولِ العَطْشَى. وقَدْ حَوَّلَ الرَّىُّ مَنَاطِقَ كَانَتْ قَاحِلَةً ــ مِثْلَ وَادِى أمبريال بكاليفورنيا ــ إِلَى مَزَارِعَ غَنِيَّةٍ. وعَلى هَذِهِ الصَّفَحَاتِ، أَشْكَالُ رَىٍّ مُخْتَلِفَةٌ. فَقَدْ تُمَدُّ أَنَابِيبُ الْمِيَاهِ مِن البُحَيرَاتِ البَعِيدَةِ، أَوْ يُقَامُ سَدٌّ عَلى نَهْرٍ لِيُنْشِئَ خَلْفَهُ مَصْدَرًا لِلْمِيَاهِ.

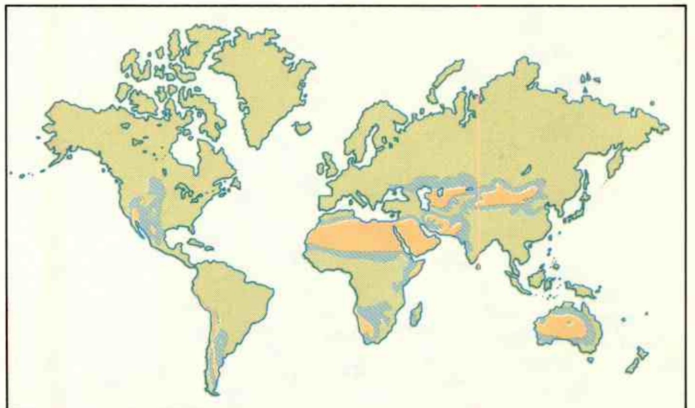
ازْدِهَارُ الصَّحْرَاءِ





حُقُولٌ دَائِرِيَّةٌ تَشْغَلُ رُكْنًا مِنْ يوتاه، ويُرْوَى كُلٌّ مِنْهَا بِأُنْبُوبٍ مِحْوَرِيَّةٍ مَرْكَزِيَّةٍ.

المَنَاطِقُ الجرْدَاءُ الجافَّةُ فِى العَالَمِ



بُحَيْرَةٌ صِناعِيَّةٌ (يمين)

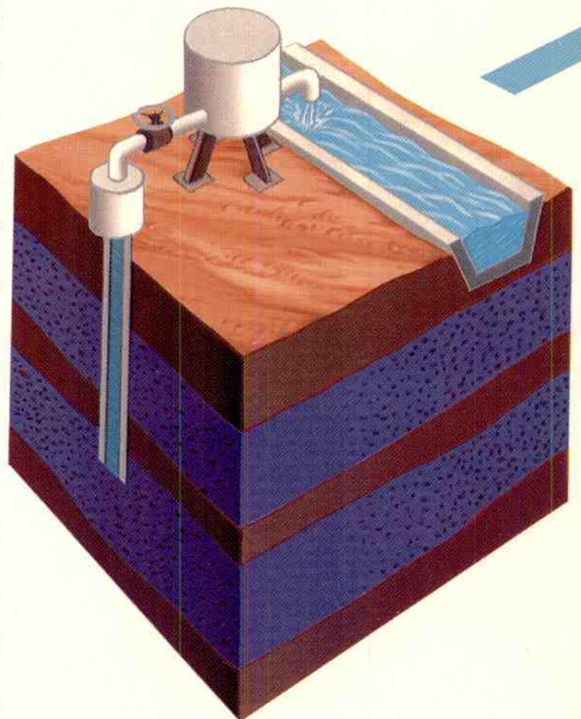
إقامَةُ سَدٍّ عَلى جَدْوَلٍ جَبَلِيٍّ أَوْ نَهْرٍ ، يُنْشِئُ مَصْدَرًا دَائِمًا لِلرِّيِّ . وقَدْ يُشَوِّهُ السَّدُّ بيئَةَ المَناطِقِ الَّتِى تَقَعُ فِى مَجْرَى النَّهْرِ .

خطُّ أَنابيبِ الْحياةِ

عِنْدَمَا تَقَعُ أَرْضٌ مَسامِّيَّةٌ بَيْنَ أَرْضٍ جَرْدَاءَ وأَقْرَبِ مَصْدَرٍ مَائِىٍّ لِلرِّيِّ ، فَإِنَّهُ يُمْكِنُ نَقْلُ المِيَـاهِ . بِمَحَطَّةِ ضَخٍّ وخَطِّ أَنَابِيبَ (يمين)

سَحْبُ الْمَاءِ مِنْ مَصْدَرٍ لِلْمِيَاهِ الجَوْفِيَّةِ

يَرْوِى الْفَلَّاحُونَ المَنَاطِقَ الجَرْدَاءَ — فِى الصِّينِ وباكسْتَان وإيران وشمالِ أفريقيا — بِوَاسِطَةِ قَارِيضَاتٍ ، وهِىَ قَنَواتٌ تَسْحَبُ الْمَاءَ مِنْ جَوْفِ الْأَرْضِ قُرْبَ سَفْحِ جَبَلٍ . وتُحْفَرُ المَمَرَّاتُ الرَّأْسِيَّةُ فِى جَانِبِ الجَبَلِ لِتُوفِّرَ التَّهْوِيَةَ والصِّيَانَةَ



مِيَاهُ الآبَارِ

يَتَوافَرُ لِأَكْثَرِ الْأَرَاضِى جَفَافًا مَصْدَرٌ لِلْمَاءِ الَّذِى يُمْكِنُ ضَخُّهُ مِنْ بِئْرٍ (يمين) . أَمَّا الآبَـارُ الِارْتِوازِيَّةُ فَلَا تَحْتَاجُ إِلَى ضَخٍّ .

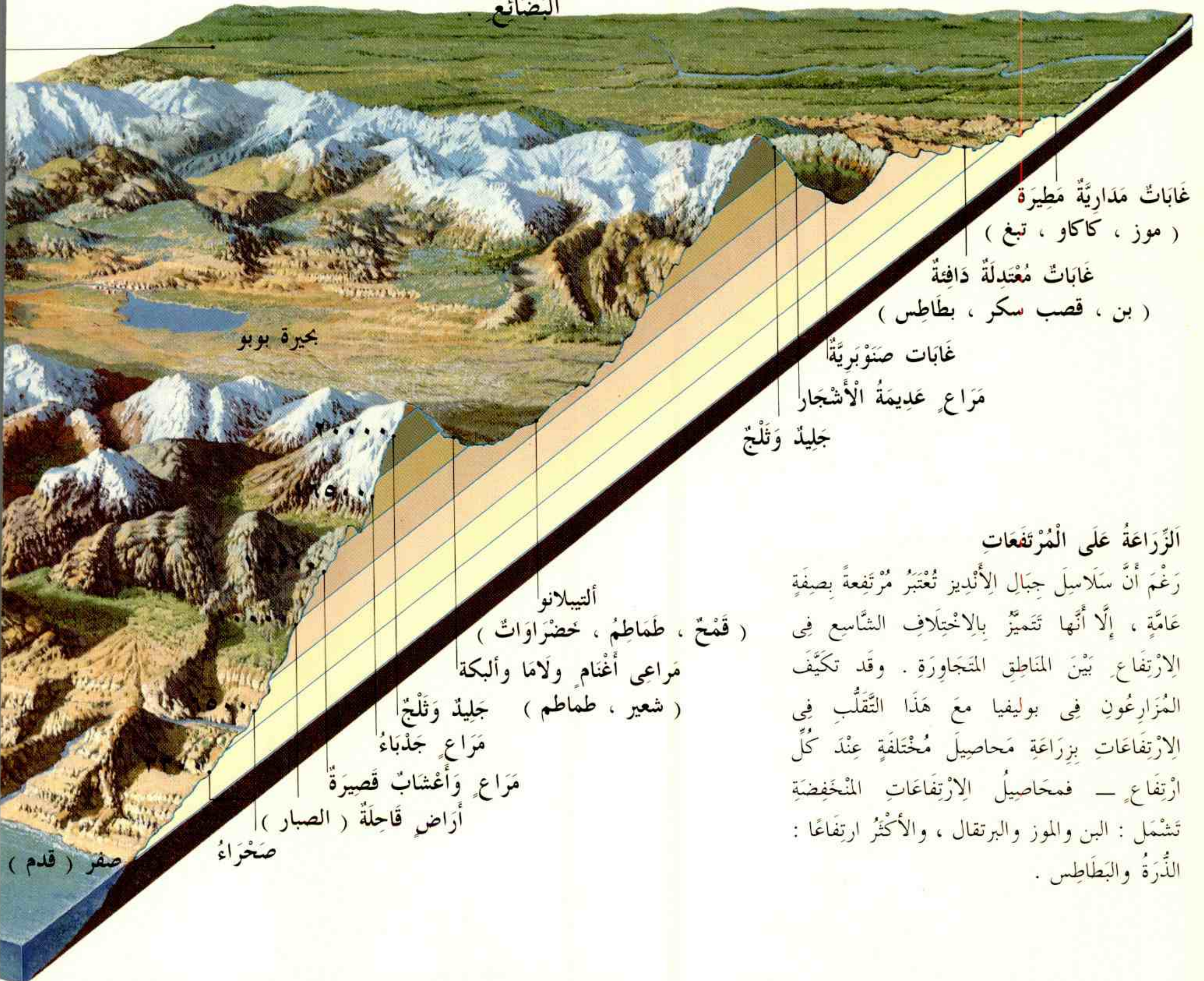


عَدِيدٌ مِنَ الْفُتْحَاتِ تُوَضِّحُ حُدُودَ قَارِيضٍ فِى بَاكسْتَان .

مَا هِىَ (الأَلْتيبلانُو) ؟

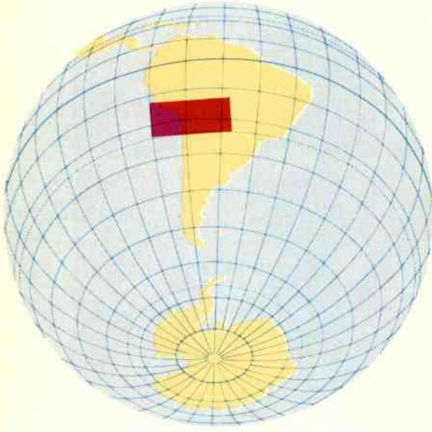
سَلاسِلُ جِبَالِ الْأَنْديزِ هِى العَمُودُ الفَقَارِى لِأَمْريكَا الجَنُوبيَّة . وهِى تَمْتَدُّ أَكْثَر مِنْ ٤٥٠٠ مِيْلٍ ، مِنْ كُولُومْبيا إِلى رَأسِ هُورَن ، وَهِى الَّتِى تُشَكِّلُ جُغْرَافِيَّةَ ومُنَاخَ الْقَارَّةِ بأكْمَلِهَا . وَيظْهَرُ أَحَدُ تَأْثِيرَاتِهَا الْفَعَّالَةِ فِى الْأَرْجنتين وأَرض بُوليفيا المُحَرَّرَة ، حَيْثُ تَصِلُ جِبَالُ الْأَنْدِيز إلى أقْصَى اتِّسَاعٍ لَهَا (٤٠٠ ميلٍ) ، ويَمْتَدُّ سَهْلٌ عَرِيضٌ مُرتَفعٌ مُعَلَّقٌ بَيْنَ حَافَّاتِ الجبَلِ المتوازِيَةِ ويُسَمَّى الأَلْتيبلانو (أو هضبة بوليفيا) . وبفَضْلِ بُحَيرةِ تيتيكَّاكا الْقريبةِ والتى تُعْتبَرُ أكْبر بُحيْرات أمْريكَا الجنوبية (٣٥٠٠ ميلٍ مُرَبَّعٍ) فَإِنَّ هَذا السَّهْلَ يَتمتَّعُ بجوٍّ لَطِيفٍ غَيْرِ مَأْلُوفٍ عَلى هَذَا الارْتِفَاعِ الَّذى يَصِلُ مُتَوسِّطُهُ إلى ١٣٠٠٠ قَدم .

والجزْءُ الجَنُوبىُّ من الألتيبلانو (أو هضبة بوليفيا) تَسْقُطُ عَلَيْه أَمْطَارٌ قَلِيلَةٌ ، لِدَرجَةِ أَنَّ صُخُورَهُ تَظْهَرُ عَلَيْهَا آثَارُ الْأَمْلاحِ . أَمَّا الجزْءُ الشَّمَالىُّ فمُنَاخُهُ أكْثَرُ اعْتدالًا ممَّا يَجْعَلُ هَذَا الجزْءَ مَرْكَزًا لِلزِّرَاعَةِ . (وخاصة البطاطس) . وعَلى ارْتفاعٍ شَاهِقٍ يَصِلُ إلى ١٦٠٠٠ قَدمٍ تَقْرِيبًا ، تُوجَدُ سُهُولٌ مُرتَفعَةٌ لمَنْطَقَةٍ ثَالثَةٍ تُسَمَّى بيونا ، وَهِى شَدِيدَةُ البُرودَةِ فَلَا تَصْلُحُ لِلزِّرَاعَةِ ، ولكِنَّها تُغَطَّى بِنَوْعٍ مِن الْأَعْشَابِ الْهَشَّةِ تُسَمَّى إيشو ، تَرْعَى عَلَيْهَا قُطْعَانٌ كَبِيرَةٌ مِن اللَّامَا وأَقَارِبها : الْأَلْبَكَة ، والفكونة . وصُوفُ هَذِهِ الحَيَوانَاتِ تُقَايَضُ بِه بَضَائِعُ مِنْ سَاحِلِ المُحِيطِ الْهَادِى مِثْل المِلْحِ وَفُلْفُلِ التَّوابِلِ والْفَاكِهَةِ ، أَمَّا الحَيْوانَاتُ نَفْسُهَا فتُسْتَخْدَمُ لِنَقْلِ البَضَائعِ .



الزِّرَاعَةُ عَلَى الْمُرْتَفعَات

رَغْمَ أَنَّ سَلَاسِلَ جِبَالِ الأَنْدِيز تُعْتَبَرُ مُرْتَفِعةً بِصفَةٍ عَامَّةٍ ، إِلَّا أَنَّها تَتميَّزُ بِالاخْتِلَافِ الشَّاسِعِ فِى الارْتِفَاعِ بَيْنَ المَنَاطِقِ المتَجَاوِرَةِ . وقد تكَيَّفَ المُزَارِعُونَ فِى بوليفيا معَ هَذَا التَّقَلُّبِ فِى الارْتِفَاعَاتِ بزِرَاعَةِ محَاصِيلَ مُخْتَلفَةٍ عِنْدَ كُلِّ ارْتفَاعٍ — فمحَاصِيلُ الارْتِفَاعَاتِ المنْخَفِضَةِ تَشْمَل : البن والموز والبرتقال ، والأكْثَرُ ارتِفَاعًا : الذُّرَةُ والبطَاطِس .





مزارِعُ عَلَى مَدْرَجَاتٍ قُرْبَ بحيرة تيتيكاكا .



أشِعَّةُ الشَّمْسِ تَنْعكِسُ عَلَى جِبَالِ لَاباز .

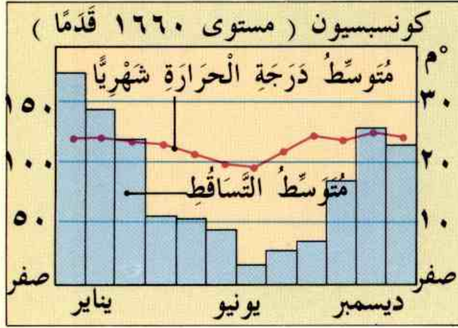


هِنْدِيٌّ ينْزِعُ نَبَاتَ الغاب من تيتيكاكا .

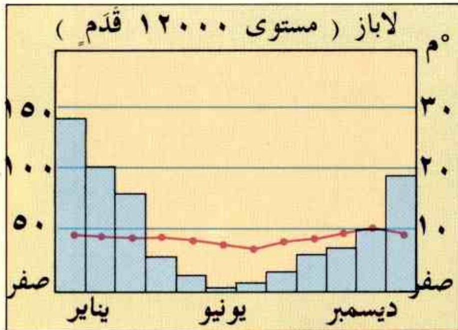


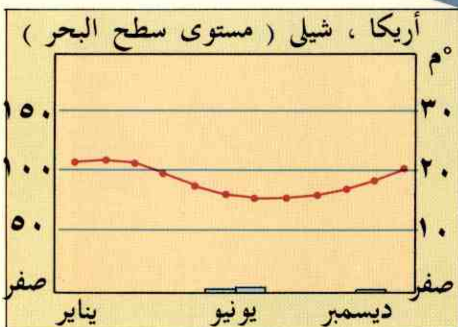
اللّامَا البوليفى يَرْعَى عَلَى عُشْبِ إيشو .

أَرْضٌ فَوْقَ السُّحبِ



بُحَيْرَةُ تيتيكاكا





الْمُحِيطُ الْهَادِى

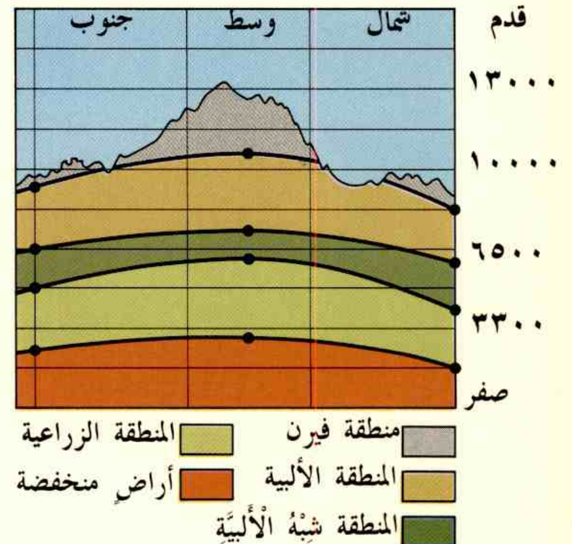
المَنَاخُ عَلَى الجِبَالِ

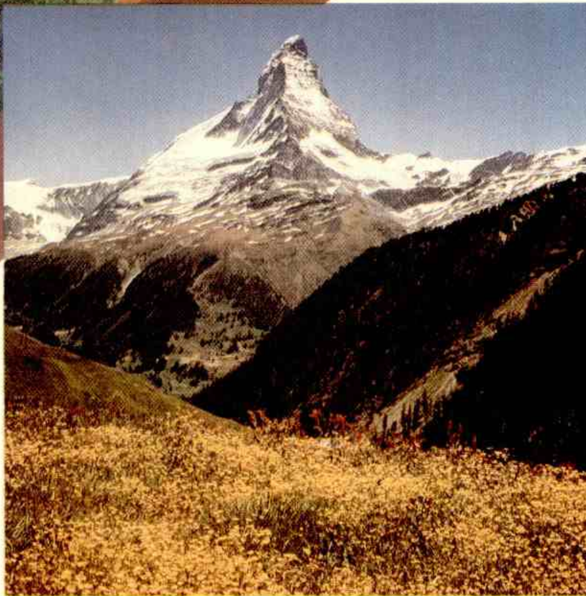
تُقَارِنُ هَذِهِ الرُّسُومَاتُ البَيَانِيَّةُ المَنَاخَ فِى لَاباز الَّتِى تَقَعُ عَلى ارتِفَاعِ ١٢٠٠٠ قَدمٍ عَلَى هَضْبَةِ بوليفيا ، بِمُنَاخِ مدينتى أريكا وكونسبسيون المَوْجُودَتَيْن عَلى ارتِفَاعَاتٍ أَقَلَّ بِكَثِيرٍ . ومِن الْغَرِيبِ أَنْ يكُونَ جَوُّ الْعَاصِمَةِ أَلْطَفَ كَثِيرًا مِنْ جَوِّ المدِينَتَيْنِ .

هَلْ يُمْكِنُ أَنْ يَتَعَدَّدَ المُنَاخُ فِى مَكَانٍ وَاحِدٍ؟

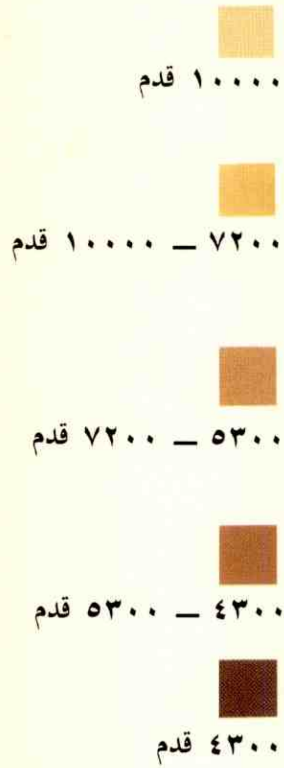
الْأَلْبُ هِىَ أَكْبَرُ سِلْسِلَةِ جِبَالٍ فِى أوروبا بِقِمَمِها الْخَمْسِ الَّتِى تَعْلُو عَلَى ١٤٠٠٠ قَدَمٍ . ولِلْفَرْقِ الْهَائِلِ فِى الارْتِفَاعِ بَيْنَ الْقِمَمِ وَالْوِدْيَانِ فَإِنَّ مِنْطَقَةَ جِبَالِ الْأَلْبِ لَهَا أَرْبَعَةُ أَنْوَاعٍ مُنَاخِيَّةٍ مُخْتَلِفَةٍ . فَأَعْلَى الارْتِفَاعَاتِ الَّتِى تُغَطَّى بِطَبَقَةٍ دَائِمَةٍ مِن الثَّلْجِ ضُغِطَتْ إِلَى ثَلَّاجَاتٍ جَلِيدِيَّةٍ ، يَكُونُ المُنَاخُ فِيهَا أَبْرَدَ ما يُمكِنُ ، وتُسَمَّى مِنْطَقَةَ فِيرن . وتَحْتَهَا تُوجَدُ المِنْطَقَةُ الأَلْبِيَّةُ ، الَّتِى تَمْتَازُ مَرَاعِيهَا بِعُشْبٍ جَيِّدٍ . أَمَّا المِنْطَقَةُ شِبْهُ الْأَلْبِيَّةِ الْأَقْرَبُ لِسَطْحِ الْبَحْرِ ، فتُغَطِّيها غَابَاتٌ صَنَوْبَرِيَّةٌ مُعْتَنًى بِهَا . أَمَّا المِنْطَقَةُ الرَّابِعَةُ الْأَقَلُّ ارْتِفَاعًا ، فَهِىَ المِنْطَقَةُ الزِّرَاعِيَّةُ الَّتِى تَمتَلِئُ بِالْقُرَى والْأَشْجَارِ النَّفْضِيَّةِ . وكَثِيرٌ مِنْ سُكَّانِ هَذِهِ الْقُرَى يُرَبُّونَ المَاشِيَةَ مُسْتَخْدِمِينَ نِظَامَ الِانْتِقَالِ الْفَصْلِىِّ الْمُتَلائِمِ مَعَ مُنَاخِ الْمِنْطَقَةِ المُتَغَيِّرِ . وفِى الشِّتَاءِ ، تُحفَظُ الْأَغْنَامُ والمَاشِيَةُ فِى حَظَائِرَ ، وتُعْلَفُ بِالحَشِيشِ المُجَفَّفِ المَخْزُونِ . وفِى الرَّبِيعِ ، تُقَادُ الْقُطْعَانُ إِلَى المَرَاعِى العُشْبِيَّةِ فِى المَنَاطِقِ المُنَاخِيَّةِ الْأَعْلَى ، حَيْثُ تَرْعَى خِلَالَ الصَّيْفِ أَيْضًا ، ثُمَّ تُعَادُ فِى الخَرِيفِ إِلَى حَظَائِرِهَا أَسْفَلَ .

تَتَغَيَّرُ مَجْمُوعَةُ نَبَاتَاتِ الْأَلْبِ حَسْبَ الِارْتِفَاعِ . فَلَايُوجَدُ فِى مِنطَقَةِ فيرن عَلَى ارْتِفَاعِ ١٠٠٠٠ قدم إِلَّا نَبَاتَاتٌ قَلِيلَةٌ . وَيَنْمُو فِى المِنْطَقَةِ الْأَلْبِيَّةِ الزُّهُورُ الْبَرِّيَّةُ والحَشَائِشُ بَيْنَ ارْتِفَاعَىْ ٦٥٠٠ ، ١٠٠٠٠ قدمٍ . وتَتَوافَرُ غَابَاتُ التَّنُّوبِ والبيسية الرَّاتِنْجِيَّةِ فِى المِنْطَقَةِ تحتَ الْأَلْبية بين ٥٠٠٠ ، ٦٥٠٠ قدم . وتحت ٥٠٠٠ قدم تَنْمُو مَجموعَاتٌ كَثِيفَةٌ مِنْ أَشْجَارِ الْبَلُّوطِ والزَّانِ .





زُهُورٌ تَفْتَرِشُ مَرْعًى أَلْبِيًّا قُرْبَ قَاعِدَةِ مَاتِرْهُورْن السُّوِيسْرِيَّة ذَاتُ ارْتِفَاعٍ ١٤٧٨٠ قدما .



١ ــ كُوخُ الرَّاعِى
٢ ــ مَرَاعٍ تُسْتَخْدَمُ فِى يوليو وأغسطس
٣ ــ مراع تُسْتَخْدَمُ فى يونيو .
٤ ــ مَرَاعٍ تُسْتَخْدَمُ فِى مَايو وسبتمبر
٥ ــ مراعٍ تُسْتَخْدَمُ فى أبريل وأكتوبر
٦ ــ مراعٍ تُسْتَخْدَمُ من نوفمبر إلى مارس .

(لاحظ اتِّجَاهَ الْأَسْهُمِ الَّذِى يُبَيِّنُ حَرَكَةَ الْقَطِيعِ عَلَى مَدارِ الْعَامِ)



مَاشِيَةٌ تَرْعَى فِى مَرْعًى أَلْبِيٍّ فِى سِوِيسْرَا .

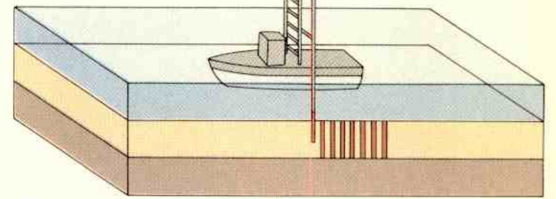
هَلْ بَدأْنَا نَتَّجِهُ إلَى خَارِجِ الْيَابِسَةِ ؟

لِمُواجَهةِ الْحَاجَةِ الْماسَّةِ لِبناءِ مَطارٍ جَدِيدٍ كَبِيرٍ فِى مِنْطَقَةٍ لا تَتوافَرُ فِيهَا الْأَرَاضِى ، ابْتكَرَ المخطِّطُونَ الْيَابَانِيُّونَ حَلًّا جَدِيدًا : وشُيِّدَ مَطارُ كَانْسَاى الدَّوْلى على مَنصَّةٍ صِناعيَّةٍ فى خَليجِ أوساكا ، وعَلَى بُعْدِ ثَلاثَةِ أَمْيالٍ مِنْ شاطِئِ ثَانِى كُبْرى مُدُنِ الْيَابَان .

وكَانَ بناءُ هَذا الْمَطارِ تَحدِّيًا هَنْدَسيًّا غير مَسْبُوقٍ . أَوَّلًا ، ثَبَّتَ العُمَّالُ أَسَاسَ قَاعِ الْبَحْرِ بِصَبِّ كُتَلٍ من الرَّمْلِ الصُّلْبِ عَلَى الصَّلْصَالِ اللَّيِّنِ الَّذى يَرْقُدُ عَلى عُمْقِ ٥٩ قَدمًا تَحْتَ سَطْحِ الْماءِ . وبُنِى حَائِطٌ بَحْرِىٌّ حَوْلَ هَذا الْأَسَاسِ ، فَنَشَأَتْ مِساحَةٌ قَدْرُهَا ١٢٦٣ فدانًا مُلِئَتْ بِالتُّرْبَةِ والصُّخُورِ لِتَرْتَفِعَ فَوْقَ سَطْحِ الْماءِ . ثُمَّ بَدأَ العَمَلُ عَلى المطارِ نَفْسِهِ الَّذى سَيَتِمُّ رَبْطُهُ بِالْأَرْضِ الرَّئيسيَّةِ بِوَاسِطَةِ خَطٍّ حَدِيدِىٍّ مُزْدَوَجٍ وكُوبْرى لِلسَّيَّارَاتِ .

بِنَاءُ أَسَاسٍ قَوِىٍّ

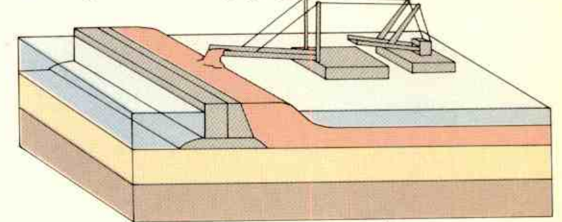
دَفَعَ الْمُهَنْدِسُونَ الْبَحْرِيُّونَ دَعَائِمَ قَوِيَّةً فِى



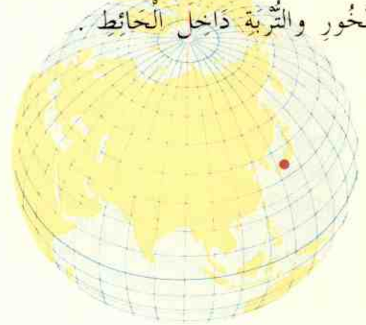
الصَّلْصَالِ اللَّيِّنِ لِخَلِيجِ أُوسَاكا ، وذَلِكَ لِإرْسَاءِ قَوَاعِدِ أَسَاسِ الْمَطَارِ .

مَلْءُ الْفَجَوَاتِ

بَعْدَ الِانْتِهَاءِ مِن الْأَسَاسِ وَبِنَاءِ الْحَائِطِ الْبَحْرِىِّ ،

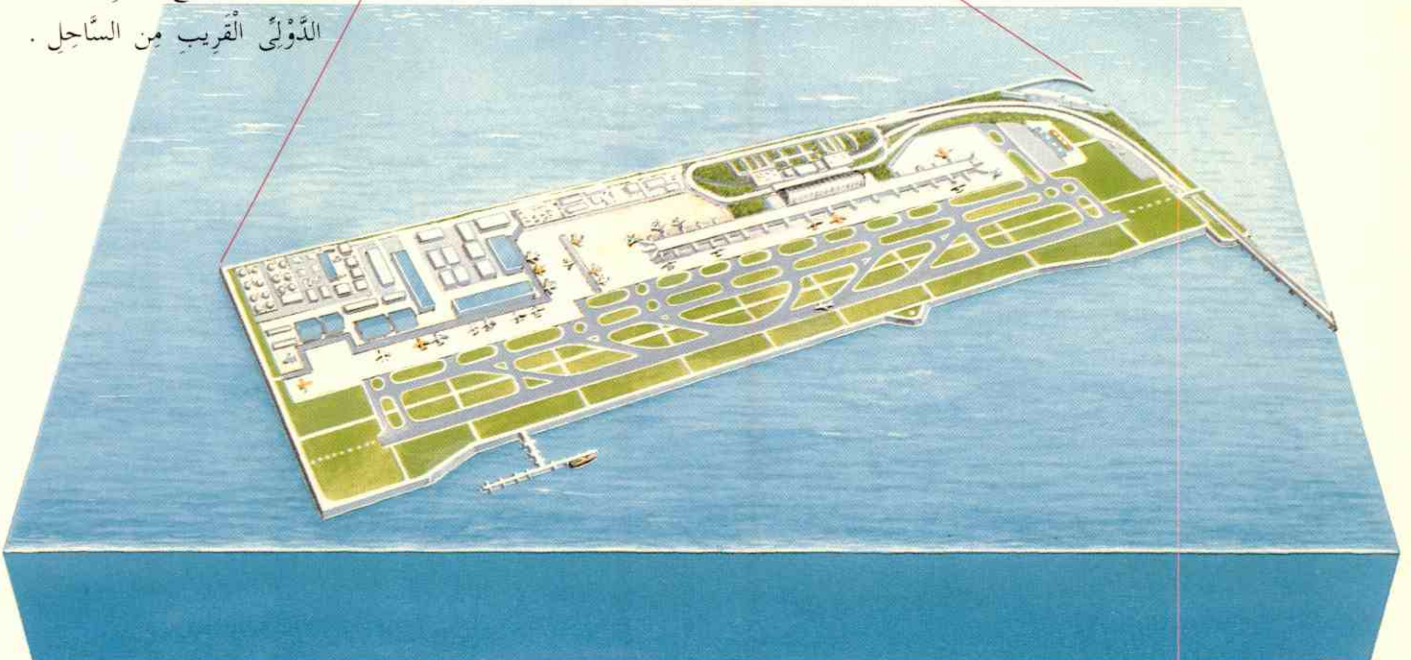


صَبَّتِ الصَّنَادِلُ ٢٢٠ مليون يَارْدَةٍ مُكَعَّبَةٍ من الصُّخُورِ والتُّرْبَةِ دَاخِلَ الْحَائِطِ .





صُورَةٌ مِن الْقَمَرِ الصِّنَاعِىِّ لِخَلِيجِ أوساكا (أعلى) تَكْشِفُ مَوْضِعَ مَطارِ كَانْسَاى الدَّوْلِىِّ الْقَرِيبِ مِن السَّاحِلِ .



معانى المصطلحات

Abyssal : (**عمق**) يصف مناطق الأعماق السحيقة فى المحيطات أو البحيرات أو باطن الأرض .

Alluvium : (**رواسب طمية**) : رواسب غير متماسكة مثل الحصى ، الرمل ، الغرين ، الصلصال ، أرستها الأنهار أو الجداول المائية .

Alpine : (**ألبى**) : نسبة إلى الارتفاعات العالية ، غالبا أعلى من خط نمو الأشجار على المرتفعات .

Aquifer : (**خازن الماء**) : الطبقة الصخرية الحاملة للمياه الجوفية تحت سطح الأرض .

Artesian : (**ارتوازى**) : كلمة تصف المياه الجوفية الواقعة تحت ضغط يجعلها تندفع إلى أعلى دون مضخة ، أو تندفع ارتوازيا .

Artesian Spring : (**ينبوع**) نبع طبيعى يتدفق منه الماء الذى يخرج من الصخور فوق الطبقة الحاملة للمياه الجوفية .

Artesian well : (**البئر الارتوازى**) : وهو بئر يحفره الإنسان ويحتاج إلى مضخة لرفع المياه أو تنساب المياه منه باندفاع شديد كالنافورة .

Bedrock : (**صخر الأساس**) : صخور صلبة تقع أسفل قطاع التربة أو تظهر لها مكاشف على سطح الأرض مباشرة .

Broadleaf : (**أشجار ذات أوراق عريضة**) : الأشجار عريضة الأوراق غير إبرية .

Butte : (**الشواهد الصحراوية – البيوت**) : تلال منعزلة ذات قمم مستوية ، أو جبال صغيرة جوانبها شديدة الانحدار ترتفع عن ما حولها من أراضٍ (ميزا صغيرة) .

Canyon : (**خانق**) : وادٍ عميق حفره نهر فى سطح الأرض ، جوانبه حائطية (على شكل جروف) .

Cartography : (**كارتوجرافيا**) : علم وفن صناعة الخرائط .

Cirque : (**حلبة جليدية**) : تجاويف تشبه مقعدا ذا مسندين على قمة الجبل ، بسبب التعرية الجليدية .

Clay : (**صلصال**) : رواسب تتكون من ذرات دقيقة الحجم قوامها يتماثل مع معجون المادة اللدائنية (البلاستيكية) .

Climate : (**مناخ**) : حالة الجو أو أنماط الطقس لإقليم ما لفترة طويلة .

Conifer : (**نباتات مخروطية**) (أشجار الصنوبر) أوراقها إبرية رقيقة دائمة الخضرة .

Continental drift : (**زحزحة أو زحف القارات**) : نظرية تفسير نشأة القارات كألواح جيولوجية تزحزحت أو تحركت ببطء شديد على سطح كوكب الأرض .

Continental margin : (**الهامش القارى**) : النطاق الذى يفصل القارات عن قاع المحيط العميق ، ويشتمل على الرف القارى continental shelf وهو المنطقة الضحلة المتدرجة الانحدار التى تمتد من ٤٠ ميلا تقريبا من الشاطىء والمنحدر القارى continental slope الشديد الانحدار والذى يمتد من الرف القارى حتى قاع المحيط العميق ، والمرتفع القارى continental rise وهو المنطقة السهلية الانحدار عند أقدام المنحدر القارى .

Coriolis effect : (**تأثير قوة كوريوليس**) : قوة ظاهرية واضحة تنتج بفعل دوران الأرض حول نفسها والتى تؤدى إلى انحراف اتجاه الأشياء عن الخط المستقيم . وتأثير قوة كوريوليس يفسر لماذا تنحرف الرياح والتيارات المحيطية إلى يمين اتجاهها (مع عقارب الساعة) فى نصف الكرة الشمالى ، وإلى يسار اتجاهها (ضد عقارب الساعة) فى نصف الكرة الجنوبى .

Cuesta : (**الكويستا**) : مكشف صخرى بانحدار طفيف لسطح الأرض على أحد الجوانب ، وحافة شديدة الانحدار على الجانب الآخر .

Current : (**تيار**) : تدفق مستمر باتجاه ثابت للماء أو السوائل الأخرى ، أو للغازات كالهواء مثلا .

Delta : (**دلتا**) : منطقة سهلية منخفضة مستوية السطح تشبه المثلث ، تتكون من رواسب طميية عند مصب النهر .

Desert : (**صحراء**) : منطقة تقل بها كمية التساقط عن ١٠ بوصات ، بما يجعلها غير قادرة على مواجهة حياة قاطنيها من السكان أو الحيوان أو النبات .

Drumlin : (**كثيب تل جليدى**) : كثيب (تل) بيضى أو مستطيل الشكل يتكون من رواسب جليدية والمفتتات الصخرية التى تركها الجليد بعد تقهقره وتراجعه خلفيا ، وتشير الكثبان الجليدية إلى مسار الثلاجة (النهر الجليدى) بعد انصهارها .

Environment : (**البيئة**) الظروف الجوية والتربة والموجودات الحية التى يتفاعل معها الكائن الحى والتى تحدد شكل ومسار حياته .

Equator : (**دائرة الاستواء**) : دائرة وهمية تحيط بالكرة الأرضية ، وتعد أكبر دائرة عرضية على سطح الأرض كما أنها تنصف المسافة بين القطبين الشمالى والجنوبى ، وقيمتها كدرجة عرض تساوى صفر .

Erosion : (**التعرية**) : عملية نحت الصخور وتآكل التربة ونقلها بواسطة الماء أو الهواء أو الجليد إلى أماكن أخرى .

Esker : (**الإسكر**) تلال (حواجز) طولية مستوية السطح تنتج تبعا لتجمع الرواسب الرملية أو الحصوية التى ترسبها الجداول المائية التى تنساب تحت الثلاجة أو خلالها أو على جانبيها .

Estuary : (**مصب خليجى**) المنطقة التى ينتهى بها وادى النهر فى البحر حين يختلط الماء العذب فى النهر بالماء المالح فى البحر .

Fallow : (**الأرض المراحة**) أرض تحرث ثم تترك موسما كاملا بدون زراعة رغبة فى إراحتها .

Fissure : (**شق**) فتحة طويلة ضيقة وعميقة فى الصخر أو الجليد .

Geography : (**الجغرافيا**) : علم دراسة ظواهر سطح الأرض من حيث توزيعها والعلاقات المتبادلة بين عناصرها مثل النبات ، والحياة الحيوانية ، والتربة والتضاريس والسكان والصناعة والتقسيمات السياسية .

Geology : (**الجيولوجيا**) علم تاريخ الأرض ، وبنيتها الداخلية وأشكالها الخارجية مع التركيز على الصخور والمعادن التى تتكون منها والعمليات التى تشكلها وتهذبها .

Glacier : (**ثلاجة أو نهر جليدى**) : كتلة من الجليد تنحدر من الحقول الثلجية إلى المنحدرات السفلية بفعل الجاذبية الأرضية .

Guyot : (**جبل منعزل**) ذو قمة مستوية يقع على قاع المحيط .

Gyre : **تيار مائى** (محيطى) دائرى أو حلزونى ينحرف فى اتجاهه مع عقارب الساعة فى نصف الكرة الشمالى وضد عقارب الساعة فى نصف الكرة الجنوبى .

Horn : (**قرن جبلى**) القمة العليا التى تبدو على شكل هرم أو قرن جبلى نتيجة لتقاطع ثلاث أو أكثر من الحلبات الجليدية .

Igneous rock : (**الصخور النارية**) : الصخور التى تبلورت من الحالة المنصهرة وهى واحدة من ثلاثة أنواع للصخور التى تتكون منها القشرة الأرضية . هى : الصخور النارية والصخور الرسوبية والصخور المتحولة .

Influent stream : **نهر جار** (**متدفق**) : مجرى مائى تقع قناته فوق مستوى الماء الباطنى ، كما أنه يضيف ماء إلى نظام الماء الباطنى عن طريق التسرب .

International Date Line : (**خط التاريخ الدولى**) خط طول (خط زوال) ١٨٠ درجة والذى عنده يتحدد بداية يوم جديد .

Karren : (**ثلم**) أخدود أو غضنة عميقة أو تجاويف طولية أو أحواض تحدث فى صخور الحجر الجيرى نتيجة إذابة ماء المطر لسطح هذه الصخور .

karst : (**الكارست**) نوع من الأشكال الأرضية التى تتكون فوق صخور جيرية أو جبسية وتتميز بكثرة الحفر البالوعية ، والكهوف والتصريف المائى الباطنى .

Lagoon : (**اللاجون**) **أو البحيرة** : جسم مائى ضحل يتصل بالبحر أو المحيط بفتحة ضيقة تحدها الشعاب المرجانية أو الحواجز الرملية .

Latitude : **دائرة عرض** (درجة عرض) المسافة الزاوية لمكان على سطح الأرض من دائرة الاستواء ، ويعبر عنها بالدرجات شمالا أو جنوبا . وتبدأ درجات العرض من الاستواء (درجة عرض صفر) شمالا حتى القطب الشمالى (درجة عرض ٩٠ درجة شمالا) وجنوبا حتى القطب الجنوبى (درجة عرض ٩٠ جنوبا) .

Loess : (**اللويس**) (**الرواسب الطفالى**) : رواسب سميكة صفراء اللون ، تتكون من ذرات دقيقة من الصلصال والغرين والرمل الناتجة بفعل التعرية الريحية (الهوائية) .

Longitude : (**خط الطول**) (**خط الزوال**) المسافة الزاوية لمكان ما على سطح الأرض من خط شمالى — جنوبى يعرف بخط الزوال الأساسى ، ويعبر عن خط الطول بالدرجات شرقا أو غربا .

Map : (**الخريطة**) تمثيل ثلاثى الأبعاد لظاهرات سطح الأرض على لوحة مسطحة ثنائية البعد .

Meander : (**المنعطف النهرى**) : تغير مجرى النهر من جانب إلى آخر تبعا لضغط الانحدار وبطء الجريان واستواء السطح يؤدى إلى انثناء المجرى .

Meridian : (**خط الزوال**) : دائرة وهمية على سطح الأرض تمر على كل من القطبين الشمالى والجنوبى ، كما تكون عمودية على دائرة الاستواء وبقية دوائر العرض الأخرى .

Mesa : (**الميزا**) **أو المائدة الصحراوية** ، منطقة منعزلة مرتفعة لها سطح مستو جوانبها شديدة الانحدار .

Metamorphic rock : (**الصخور المتحولة**) : وهى الصخور النارية أو الرسوبية التى تحولت مكوناتها وبنيتها أو نسيجها بدون انصهارها بالحرارة والضغط أو بالتفاعل الكيميائى ، دائما بتعرضها للحرارة الشديدة أو الضغط الشديد أو كليهما معا ، وهى واحدة من الأنواع الثلاثة من الصخور التى تتكون منها القشرة الأرضية ، النوعان الآخران هما الصخور النارية والصخور الرسوبية .

Moraine : (**الركام الجليدى**) : رواسب جليدية تحملها الثلاجات وترسبها على شكل حواجز أو هضاب صغيرة ، وتتألف من مفتتات صخرية مختلفة الحجم والشكل . وتنقسم إلى الركام الجانبى Lateral Moraine تتكون من فتات الصخر لفعل احتكاك الجليد بجوانب الوادى الجليدى وتراكم المواد الإرسابية على طول جوانب النهر الجليدى ، والركام الأوسط Medial Moraine ويتكون عندما يلتحم ركامان جانبيان مع بعضهما نتيجة لاتصال أكثر من مجرى نهر جليدى فى مجرى واحد ، وينجم عن ذلك تكون أشرطة طولية مستقيمة من الرواسب تتوسط المجرى الجليدى ، والركام التراجعى recessional Moraine ويتكون عندما يتعرض النهر الجليدى إلى التراجع خلفيا فى الفترات غير الجليدية فتخلف كميات هائلة من الرواسب عند النهايات الهامشية للمجرى الجليدى ، والركام النهائى Terminal Moraine يتكون من الرواسب التى تمثل النهايات الحدية التى وصلت إليها الغطاءات الجليدية ، والركام الأرضى Ground Moraine عبارة عن مجموعة الرواسب الجليدية على سطح الأرض الذى يتحرك فوقه النهر الجليدى (الثلاجة) وتظهر هذه الرواسب بعد تقهقر الجليد وتراجعه خلفيا تبعا لتغير المناخ وارتفاع درجة الحرارة .

Mountain : (**جبل**) : منطقة مرتفعة من القشرة الأرضية يزيد ارتفاعها على ١٠٠٠ قدم بالنسبة لما حولها .

Nautical chart : (**خريطة ملاحية بحرية**) : تستخدم لمساعدة الملاحين البحريين فى الإبحار بأمان فى الموانئ أو عبر المحيطات أو غيرها من الأجسام المائية .

Ocean : (**المحيط**) : أجسام ضخمة من الماء المالح تغطى ٣/٢ سطح الكرة الأرضية .

Oceanic ridge : (**حافة محيطية**) : سلسلة جبلية غاطسة قد يرتفع بعضها حوالى ميلين فوق قاع المحيط وتمتد لعشرات الأميال بسبب التشويه السطحى والدفع القارى المسببين لامتداد قاع المحيط .

Oxbow lake : (**بحيرة مقتطعة**) : بحيرات ضحلة هلالية الشكل تتكون عندما ينفصل منعطف نهرى عن النهر الرئيسى الذى يظهر غالبا أعظم عمقا من المياه فى المنعطفات بالإضافة إلى فعل الإرساب عند أطرافها .

Plain : (**سهل**) : منطقة فسيحة من الأرض المستوية السطح .

Plate tectonics : **نظرية الألواح الجيولوجية** التى توضح أن القشرة الأرضية تتكون من ألواح صلبة تتحرك بصورة مستمرة . ينتج عنها حركات اصطدام واحتكاك وانفصال تؤدى إلى نشاط جيولوجى مكثف عند حواف هذه الألواح .

Prairie : (**البرارى**) : تجمعات شاسعة من الحشائش فى وادى نهر المسيسبى تتميز بخصوبة تربتها العميقة وحشائشها الطويلة مختلطة ببعض الأشجار .

Prime meridian : (**خط الزوال الأساسى**) خط وهمى درجة طوله صفر يصل بين القطبين الشمالى والجنوبى مارا بالمرصد الملكى فى جرينتش — إنجلترا . وتقاس كل خطوط الزوال الأخرى منه شرقا أو غربا .

Projection : (**المسقط**) : تمثيل كارتوجرافى للأسطح المنحنية للكرة الأرضية على سطح أفقى مستو كالخريطة مثلا .

Reef : (**مرجان**) : حاجز صخرى أو شعاب مرجانية تقترب من سطح الماء . ومنها الجزيرة المرجانية Atoll حلقية الشكل تحيط بجسم مائى ضحل متصل بالبحر ، حاجز مرجانى barrier reff شعيب مرجانى ينفصل عن اليابس بلاجون عميق ، شعاب مرجانية هدبية Fringing reef شعاب مرجانية كثيفة تحف بجزيرة .

Ria shoreline : (**سواحل الريا**) : سواحل غطتها مياه البحر ، وهى عبارة عن خلجان متجاورة من أودية طويلة ضيقة .

Rill : (**جداول مائية**) : مجارٍ مائية صغيرة جدا ، غالبا ما تكون رءوس مائية للنهر .

River : (**نهر**) : مجرى من الماء العذب بحجم معين يتحرك من المناطق الأرضية العالية إلى الأراضى المنخفضة وينصرف إلى بحر أو بحيرة أو إلى نهر آخر .

Savanna : (**سافانا**) : حشائش طويلة متنوعة تنمو فى الأقاليم شبه المدارية وتختلط ببعض الأشجار المقاومة للجفاف .

Scarp : (**حافة**) : خط من الجروف التى تكونت بفعل الانكسارات أو التعرية .

Sediment : (**رواسب**) : تجمعات من ذرات أو مفتتات الصخور أو المعادن أو المواد العضوية أرسبت بواسطة الماء أو الرياح أو الجليد .

Sedimentary rock : (**الصخور الرسوبية**) : صخور تكونت فى شكل طبقات من الرواسب المندمجة والملتحمة ببعضها . وهى تكون مع الصخور النارية والمتحولة ، الأنواع الثلاثة من الصخور التى تتكون منها القشرة الأرضية .

Shoal : (**ضحضاح**) : رابية من الرواسب الرملية أو الطينية تقع مباشرة تحت سطح جسم مائى .

Soil : (**التربة**) : الطبقة السطحية من القشرة الأرضية التى تكونت بفعل عوامل طبيعية وكيميائية أو بيولوجية والتى تنمو فيها جذور النباتات .

Stalactite : (**النوازل**) : أعمدة من رواسب جيرية (كربونات الكالسيوم) تتدلى من سقف كهف .

Stalagmite : (**الصواعد**) : أعمدة مخروطية الشكل من رواسب جيرية (كربونات الكالسيوم) ترتفع فوق أرضية كهف .

Steppes : (**استبس**) سهول شاسعة من الحشائش الخالية من الأشجار تتميز بها الأقاليم الجافة من جنوب شرق أوروبا وآسيا .

Subsidence : (**الهبوط أو الخسوف الأرضى**) : هبوط أو خسف لجزء من سطح الأرض .

Surveying : (**علم المساحة**) : فرع من علم الرياضيات يختص بتحديد المساحات والمسافات والاتجاهات على سطح الأرض وخطوط الحدود بين الأراضى وتحديد خطوط الارتفاعات المتساوية (خطوط الكنتور) .

Telemeter : (**تليميتر**) : جهاز يستخدم إشعاع الليزر ، أو أمواج صوتية أو الضوء لقياس المسافة بين مكان ما وموقع الراصد على سطح الأرض .

Temperate zone : (**النطاق المعتدل**) : المناطق فى نصف الكرة الشمالى التى تتمتع بمناخ معتدل وتقع بين مدار السرطان (٢٣,٥ درجة شمالا) والدائرة القطبية الشمالية ، وبين مدار الجدى (٢٣,٥ درجة جنوبا) والدائرة القطبية الجنوبية فى نصف الكرة الجنوبى .

Terrace : (**مصطبة**) : منطقة مسطحة مع واجهة شديدة الانحدار (انحدار رأسى) ، يمكن استخدامها فى نمو المحاصيل على المرتفعات ، كما تتكون طبيعيا على مناطق مستوية طفيفة الانحدار على طول الضفاف النهرية أو على سواحل البحار .

Topography : (**الطبوغرافيا**) : مجموعة الظواهر الطبيعية فى منطقة ما ، خاصة الارتفاعات والمنخفضات .

Trade wind : (**الرياح التجارية**) : رياح تهب بنظام ثابت تقريبا من الشرق فى المنطقة المحصورة بين دائرتى عرض ٣٠ درجة شمالا وجنوبا من دائرة الاستواء .

Tributary : (**رافد**) : مجرى مائى ينتهى فى نهر أكبر منه أو يصب فى بحيرة .

Tropics : (**الأقاليم المدارية**) التى تمتد بين مدار السرطان (٢٣,٥ درجة شمالا) ومدار الجدى (٢٣,٥ درجة جنوبا) .

Tundra : (**التندرا**) : سهول عديمة الأشجار ، تقع فى المناطق القطبية وشبه القطبية فى شمال أمريكا الشمالية وشمال أوروبا وشمال آسيا ، وتتميز بسطح موحل للتربة وبتجمد دائم لما تحت التربة .

Vapour : (**بخار**) : الحالة الغازية للسوائل والجوامد وللماء خاصة .

Wadi : (**وادى**) : سرير نهر جاف المجرى إلا فى موسم المطر الذى يسبب فيضانه ، وعادة ما يطلق هذا المصطلح على الأنهار فى جنوب غرب آسيا وشمال أفريقيا .

كتب تايم لايف

دائـــرة معـــارف القرن الحادى والعشرين
للعلوم والتكنولوجيا المتطورة والطبيعة

١ عصر الحاسب الآلى (الكمبيوتر) 1	٦ بنيـــة المادة 6
٢ الفضاء والكواكب 2	٧ وسائل النقل والمواصلات 7
٣ القوى الفيزيائية 3	٨ الجغـرافيـا 8
٤ علم البيـئة 4	٩ حيـاة النبـات 9
٥ سلوك الحيـوان 5	١٠ الآلات والاختراعات 10

الاشـراف العـام العلمى واللغوى والتربوى

الأستاذ أسامة عبد الكريم السكرى .... وكيل أول وزارة التربية والتعليم (سابقاً)
الأستاذ الدكتور حسن محمد عبد الشافى .... وكيل أول وزارة التربية والتعليم
الأستاذ عبد الجليل حماد .... وكيل وزارة التربية والتعليم

المراجعة العلمية المتخصصة

الأساتذة بكليات الهندسة والعلوم والآداب والتربية والبنات بجامعات القاهرة وعين شمس والأزهر والأسكندرية

أ.د. محمد أديب رياض غنيمى | أ.د. محيى الدين عبد اللطيف قناوى | أ.د. منصور محمد حسب النبى
أ. مراد إبراهيم الدسوقى | أ.د. محمد أحمد حمودة | أ.د. محمد سمير عبد المعز
أ.د. محمد صابر سليم | أ.د. فتحى محمد أبو عيانة | أ.د. علاء الدين بهجت

الترجمة

المترجمون المتخصصون والأعضاء بالمنظمات العربية والتعليم

أ. جمال سليمان عبد الرحيم | أ. عبد الرؤوف محمد حسنين | أ. ريهام أسامة السكرى
أ. غادة أسامة السكرى | أ. محمد نبيل عبد الله محمود | أ. ميسرة محمد عبد الرحمن
أ. صفوت عبد الحافظ صابر

مستشار الطباعة: أحمد عارف حسن الزين — المستشار الفنى: عادل البطراوى

دار الكتاب المصرى القاهرة
٣٣ شارع قصر النيل. تليفون: ٣٩٢٢١٦٨/ ٣٩٣٤٣٠١/ ٣٩٢٤٦١٤
ص.ب.: ١٥٦ ـ الرمز البريدي: ١١٥١١ ـ برقياً: كتامصر ـ القاهرة
تلكس: ATT: Mr. Hassan El - Zein 23881, 22481 ـ القاهرة
فاكسميلي ٣٩٢٤٦٥٧ (٢٠٢) FAX: (202) 3924657

دار الكتاب اللبنانى بيروت
شارع مدام كوري ـ تجاه فندق بريستول ـ بيروت
تليفون: ٣٥١٤٣٣
صندوق بريد: ٨٣٣٠ ـ ١١ بيروت ـ لبنان. برقياً: داكلبان
فاكسميلي ٣٥١٤٣٣ (٩٦١١) FAX: (9611) 351433
TELEX: DKL 23715 LE ATT: Mr. HASSAN El - ZEIN

كتب تايم لايف — TIME LIFE BOOKS
رئيس تنفيذى: TREVOR LUNN
مدير تنفيذى: HANS BERGMANS
Time - Life Books Europe
Ottho Heldringstraat 5
1066 AZ Amsterdam
The Netherlands
Tel : 5104911
Fax: 6140438

الطبعة الأولى ١٤١٧ هـ ـ ١٩٩٧ م
AD 1997 - H 1417
رقم الايداع: ٩٥ / ٧٠١٦
I.S.B.N. 977 - 238 - 647 - 6